

Bärner

QK
1
A456

Angewandte Botanik

Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik

Herausgegeben
im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer
Prof. Dr. K. HASSEBRAUK

Zweiunddreißigster Band (1958)

u. 33. 1959

1958

VEREINIGUNG FÜR ANGEWANDTE BOTANIK E.V.
BERLIN-DAHLEM

Im Buchhandel zu beziehen durch den Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
Postverlagsort Berlin

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übertragung in fremde Sprachen, vorbehalten
Deutsche Zentraldruckerei AG., Berlin SW 61
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1. Originalarbeiten

	Seite
Bünsow, R., Anwendungsmöglichkeiten der Gibberelline	186
Fuchs, W. H., Zur Biochemie parasitärer Symbiosen	221
Gottschalk, W., Über die genetischen Verhältnisse einer Komplex-Mutante von <i>Vicia faba</i>	147
Hanf, M., Reaktion der vegetativen Teile von Getreide auf Behandlung mit Wuchsstoffen	8
Holz, W., Versuche mit Wuchsstoffkombinationen zur Dannelsel- und Knöterichbekämpfung im Getreide	77
Küppers-Sonnenberg, G. A., Auslese- und Kreuzungszucht an der Topinambur seit dem zweiten Weltkriege	52
Mohs, H.-J., Erfahrungen mit dem Wuchsstoffherbizid „2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat“ in Gemüse-, Zierpflanzen- und Erdbeerkulturen	1
Nultsch, W., Untersuchungen über den Einfluß von Keimhemmungsmitteln (Carbanilsäureestern) auf das Kartoffelgewebe	27
Repp, G., Die Unkrautvegetation auf Bahnkörpern im Hinblick auf die Bekämpfung mit herbiziden Wuchsstoffen.....	91
Ruge, U., Die lichtphysiologischen Grundlagen der Pflanzenbeleuchtung	207
Stählin, A. und Bommer, D., Über die Wege zu einer besseren Befruchtung des Rotklees	165
Ullrich, J., Die Tau- und Regenbenetzung von Kartoffelbeständen. Ein Beitrag zur Epidemiologie der Krautfäule (<i>Phytophthora infestans</i>)	125
Vogt, E., Die Blütenfarben-Variationen der <i>Serradella</i> (<i>Ornithopus sativus</i> Brotero)	105
Wöhrmann, K., Untersuchungen über den Ahrchensitz bei <i>Alopecurus pratensis</i> L.	45

2. Besprechungen aus der Literatur:

Aichele 157; Baumeister 115; Becker und Theden 115; Braun-Riehm 68; Cook 228; Danert 197; Darlington 116; Diels-Mattick 157; Elliott 229; Fink und Hoppenhaus 230; Freund 68; Getreide und seine Verarbeitung 197; Grospietsch 158; Guyot 118; Handbuch der Pflanzenphysiologie 197, 231; Hegi 233; Hey 119; Holz und Lange 199; Jaccottet 119; Jahrbuch Wiener Bundesanstalt für Pflanzenbau 120; Kiffmann 134; Klapp 158; Klotter 159; König 70; Kotte 200; Krumbiegel 234; Linskens 159; Moderne Methoden der Pflanzenzüchtung 235; Rünge 160; Ruhland 197, 231; Salzer 161; Schaffnit 120; Schmidt 237; Schwanitz 71; Schwerdtfeger 72; Sommer und Halbsguth 162; Stakman und Harrar 122; Stapp 201; v. Tschermak-Seysenegg 238; Vogel 73.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
3. Bericht über die 48. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 1. bis 7. September 1958 in Kiel	153
4. Bericht über die 48. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 3. September 1958 in Kiel	155
5. Personalmeldungen:	
Bavendamm 124; Beran 75; Brandenburg 239; Braun 75; Brouwer 75; Bünning 124; Buhl 124; Döpp 124; Drawert 239; Egle 163; Fischer 163; Fuchs 163; Harder 75; Heidenreich 75; Holz 75; v. Kameke 75; Kappert 75; Klapp 163; Klinkowski 163; Kotte 124; Leib 239; v. Lochow 163; Lüdecke 163; Maatsch 163; Mevius 163; Morstatt † 206; Nicolaisen 163; Pape 124; Pelshenke 75; Pirson 75, 203; Rabbethge 163; Rademacher 163, 239; Richter 163, 203; Schulze 75; Schuphan 203; v. Sengbusch 75; Speidel 124; Stählin 239; Stapp 124; v. Tschermak-Seysenegg 75, 124; Walter 163; Wellmer 124; Werth † 205; Westerdijk 164; v. Witsch 239.	
6. Aus der Mitgliederbewegung	76, 124, 164, 203, 240
7. Sachregister	241

Erfahrungen mit dem Wuchsstoffherbizid „2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat“ in Gemüse-, Zier- pflanzen- und Erdbeerkulturen*)

Von

Hans-Jürgen Mohs

Während Herbizide mit Wuchsstoffeigenschaften zur Bekämpfung dikotyler Unkräuter in Getreidekulturen erfolgreich angewendet wurden, traten in dikotylen Gemüse-, Futter- und Zierpflanzenkulturen nach der Wuchsstoffherbizidbehandlung vielfach die bekannten physiologischen Wuchsstoffschädigungen auf, so daß die Anwendung dieser chemischen Unkrautbekämpfungsmittel in der obengenannten Sparte des Pflanzenbaues zunächst große Schwierigkeiten bereitete.

Doch fordert die breite Praxis der Landwirtschaft und des Gartenbaues im verstärkten Maße sicher wirkende und finanziell rentable Herbizide mit leicht verständlichen Gebrauchsanweisungen, weil der Mangel an Arbeitskräften auch in der Landwirtschaft eine ständig verbesserte Rationalisierung der Arbeitsmethoden erfordert.

Deshalb müssen von der Industrie, Wissenschaft und Praxis chemische Unkrautbekämpfungsmittel und sachgemäße Anwendungsverfahren entwickelt und erprobt werden, um die einfach durchzuführenden Spritzmethoden für Wuchsstoffherbizide auch in dikotylen Kulturpflanzenbeständen zu ermöglichen.

In den Jahren 1955–1956 wurden am Institut für Angewandte Botanik in Hamburg Versuche über die Anwendung von Wuchsstoffherbiziden zu dikotylen Kulturpflanzen unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Rademacher (1949), Holz (1950), Wolf (1953) und Orth (1954) durchgeführt.

Nach eigenen Versuchsergebnissen verdient neben den Herbiziden auf der Basis von Chlor-IPC und MCPA-Estern das Herbizid „2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat“ – von der BASF „Hs 1“ genannt – besondere Beachtung.

2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat ist ein Herbizid, das erst bei genügender Bodenfeuchtigkeit durch Bodenbakterien in einen phytotoxisch wirkenden Wuchsstoffester umgesetzt wird.

Bereits aufgelaufene über 1,5 cm hohe Pflanzen – mit Ausnahme äußerst wuchsstoffempfindlicher Pflanzen – sollen nicht mehr oder nur geringfügig in ihrem Wachstum gehemmt werden. Es empfiehlt sich daher, ein bis zwei Tage vor der Behandlung auf den Parzellen aufgelaufene Unkräuter zu jäten, wenn eine befriedigende Unkrautvernichtung erzielt werden soll.

*) Auszug aus einer Diplomarbeit, die im Institut für Angewandte Botanik als Prüfungsarbeit angefertigt wurde und an der Universität Hamburg vorliegt.

2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat wurde mit einer Fox-Handspritze in einer Aufwandmenge von 2,5; 3,5 und 5 kg in 1000 l Wasser je ha im post-emergence-Verfahren — nach dem Auflaufen der Kulturen — gespritzt. Die Untersuchungen wurden auf gut durchfeuchteten humosen und auf anlehmigen Sandböden durchgeführt.

Im Mai und Juni bei Lufttemperaturen von 18° und 19° C behandelte Porreepflanzen im Peitschenstadium und *Tagetes* im $\frac{3}{4}$ -Blattstadium gingen 8–14 Tage nach dem Spritztermin schon bei einer Konzentration von 2,5 kg/ha 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat unter nekrotischer Verfärbung und Absterben der Blattorgane restlos ein.

Die im April, Mai und August bei Lufttemperaturen von 16° bis 27° C gespritzten zweijährigen, 10 bis 15 cm hohen Maiblumen zeigten nach der Behandlung keine Schädigungen. In den behandelten Parzellen entwickelten sich die Maiblumen infolge der fehlenden Konkurrenzunkräuter schneller und kräftiger als in den stark verunkrauteten Kontrollparzellen.

In den Monaten April, Mai und August bei Lufttemperaturen von 12°, 18° und 25° C 14 Tage nach dem Setzen gespritzte Erdbeeren entwickelten sich nach der Wuchsstoffherbizidbehandlung im Vergleich zu den Kontrollpflanzen normal. Traten jedoch unmittelbar nach dem Spritzen Nachtfröste auf, so waren an den Blättern ein bis drei Tage nach der Behandlung gelbliche Flecken und Gewebeerstörungen zu erkennen. Es liegt hier das gleiche Phänomen vor, wie es bereits in Getreidekulturen nach einer Wuchsstoffherbizidbehandlung mit unmittelbar folgenden Nachtfrösten zu beobachten war.

In den Monaten Mai bis Oktober bei einer Lufttemperatur von 5° bis 27° C im Peitschenstadium stehende, behandelte Zwiebeln (Zittauer Gelbe) starben 10–21 Tage nach dem Spritztermin restlos ab.

Nach Linden (1955) und eigenen Erfahrungen wird dagegen zur Unkrautbekämpfung in Zwiebelkulturen eine Behandlung mit Chlor-IPC-Cela in einer Konzentration von 2,5 kg/ha im Bügelstadium der Zwiebeln empfohlen.

In den Monaten Juni bis Oktober bei einer Lufttemperatur von 5° bis 27° C gespritzte, in $\frac{2}{3}$ -Blattstadium stehende Möhren — Gonzenheimer Nanteser — wiesen bei einer 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat-Aufwandmenge von 5 kg/ha ein bis zwei Tage nach dem Spritztermin Welkeerscheinungen an den Blättern auf. Nach zwei bis drei weiteren Tagen zeigten die behandelten Möhren im Vergleich zu „Unbehandelt“ wieder einen normalen Habitus. Bei einer Aufwandmenge von 2,5 kg bis 3,5 kg/ha wurden die Welkeerscheinungen nur wenige Stunden beobachtet.

Etwa drei Wochen nach der Herbizidbehandlung waren an einzelnen Pflanzen im oberen Drittel der „Wurzel“ Einschnürungen zu erkennen, die sich im Laufe der Vegetationsperiode wieder verwuchsen. Nach der Ernte zeigten etwa 8 % der Möhren leichte Einschnürungen und eine Schorfbildung an Stellen, an denen die Epidermis eingerissen war.

Wie ein Gewichtvergleich ergab, wurden bei „Behandelt“ 15 % mehr Möhren geerntet als bei „Unbehandelt“.

In den unbehandelten Parzellen mußte 30–35 Tage nach der ersten mechanischen Unkrautvernichtung bei allen Kulturen erneut gejätet werden; in den mit 3,5 und 5 kg/ha behandelten Parzellen erübrigte sich eine weitere Unkrautbekämpfung, da nach 2–3¹/₂ unkrautfreien Wochen der Besatz sehr gering war. Er betrug bei einer Aufwandmenge von 5 kg/ha 25–26 %, bei 3,5 kg/ha 50–60 % im Vergleich zu den bei „Unbehandelt“ (gleich 100 % gesetzt) ausgezählten Unkräutern.

Die Anwendung von 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat zu Möhren ergab in verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik bei gleicher Versuchsanordnung, Konzentration und annähernd gleichen Witterungsbedingungen während der Versuchsdurchführung ein recht unterschiedliches Ergebnis. In eigenen Versuchen entwickelten sich die Möhren nach der Wuchsstoffbehandlung ohne nennenswerte Wachstumsbeeinträchtigungen weiter, dagegen starben sie in anderen Versuchsorten restlos ab.

Worauf dürfte die unterschiedliche phytotoxische Wirkung zurückzuführen sein?

Nach Stapp und Spicher (1954) ist der Humusgehalt eines Bodens für die Aktivität bestimmter Bodenbakterien, die die Wuchsstoffherbizide inaktivieren, von entscheidender Bedeutung. Im humusreichen Boden sollen die Wuchsstoffe infolge der stärkeren Aktivität der Bakterien schneller abgebaut werden als im humusarmen Boden, was eine Verkürzung der phytotoxisch wirkenden Phase der wuchsstoffhaltigen Herbizide zur Folge hat.

Es galt daher zu überprüfen, inwieweit die verschiedenen Bodenarten der beteiligten Versuchsorte für die unterschiedlichen Ergebnisse verantwortlich zu machen waren.

Untersuchungen im Gewächshause bei konstanten klimatischen Bedingungen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 56 % und einer Lufttemperatur von 18° bis 20° C ergaben, daß die mit 3,5 kg/ha und 5 kg/ha 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat behandelten, im Zwei- und Dreiblattstadium stehenden Möhren in mit Lehm Boden gefüllten Versuchstöpfen 5 bis 12 Tage nach erfolgtem Spritzen völlig abstarben.

Auf anlehmigem, humosem Sandboden traten dagegen bei den mit einer Aufwandmenge von 3,5 kg/ha behandelten Möhren 2 Tage nach erfolgter Wuchsstoffanwendung nur Welkeerscheinungen an den Blättern auf. In der Folgezeit entwickelten sich die behandelten Möhren im Vergleich zu „Unbehandelt“ normal weiter. Mit 5 kg/ha behandelte Möhren blieben im Wachstum gegenüber den unbehandelten und den nur mit 3,5 kg/ha behandelten Pflanzen zurück. 40 Tage nach der Spritzung war bei allen Möhren im oberen Viertel der Wurzeln eine Einschnürung deutlich zu erkennen, die z. T. bis zur Ernte wieder verwachsen war; jedoch gingen keine Möhren infolge der Wuchsstoffschädigung ein.

Hieraus folgt, daß auf dem anlehmigen Sandboden mit einem mittleren Humusgehalt der Wuchsstoffester schneller inaktiviert sein mußte als in dem humusärmeren Lehm Boden.

Um den Einfluß des Humusgehaltes eines Bodens auf die phytotoxisch wirkende Phase des Wuchsstoffesters genauer ermitteln zu können,

wurden Untersuchungen zu Gelbsenf in sieben Bodenarten mit verschiedenem Humusgehalt durchgeführt.

Die in Versuchstöpfe gefüllten Böden wurden unmittelbar nach der Aussaat der Gelbsenfsamen mit vier 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat-Konzentrationen behandelt.

Die Tabelle 1 gibt die Anteile der aufgelaufenen Gelbsenfpflanzen in absoluten und relativen Zahlen an, die sich nach 30tätiger Beobachtung normal oder nach Überwindung der Wachstumsbeeinträchtigungen weiter entwickelt haben, wobei 360 ausgelegte Samen je Bodenart und Aufwandmenge gleich 100 % gesetzt wurden.

In allen Bodenarten waren in den unbehandelten Kontrollen alle 360 Senfpflanzen aufgelaufen.

Tabelle 1

Bodenarten	1,5 kg/ha		2,5 kg/ha		3,5 kg/ha		5,0 kg/ha	
	abs.	rel. %	abs.	rel. %	abs.	rel. %	abs.	rel. %
Flußsand	63	17,50	9	2,50	3	0,83	1	0,28
Lehmboden	24	6,67	12	3,33	—	0	1	0,28
anlehmiger Sand	36	10,00	16	4,44	3	0,83	1	0,28
humose Gartenerde	99	27,50	22	6,12	6	1,67	3	0,83
Kompost (gut verrottet)	92	25,56	42	11,98	28	7,87	24	6,67
Kompost (unzersetzt)	99	27,50	54	15,00	40	11,11	21	5,83
Lauberde	187	54,67	79	21,94	54	15,00	30	8,33

Daraus folgert: Je höher auf einem Boden die gespritzte Konzentration ist, um so langsamer vollzieht sich die Inaktivierung des Wuchsstoffherbizids und um so länger ist die zeitliche Dauer der phytotoxisch wirkenden Phase im Boden. Infolgedessen werden nach der Behandlung eines Bodens mit einer 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat-Konzentration von 0,5 % weit mehr Pflanzen geschädigt als nach einer Spritzung mit einer Konzentration von 0,25 %.

Je höher der Humusgehalt eines Bodens ist, um so größer ist — nach Stapp und Spicher — die Aktivität bestimmter Bodenbakterien, die den Wuchsstoffester abbauen. Deshalb erfolgt mit zunehmender Aktivität der Bakterien eine schnellere Umsetzung des 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfates in einen 2,4-D-Ester, der ebenfalls schneller inaktiviert wird, wodurch die phytotoxisch wirkende Phase verkürzt wird.

So ist es zu erklären, daß im humusarmen Flußsand- und Lehmboden sowie im humusärmeren, anlehmigen Sand eine größere Anzahl Keimlinge als im humusreichen Kompost- und Lauberdeboden geschädigt wurde.

Wurden die Böden vor der Aussaat und Behandlung sterilisiert, traten im sehr humusreichen Boden (Kompost- und Laub-

erde) zu einem früheren Zeitpunkt stärkere Wuchsstoffschädigungen an den Pflanzen auf als im humusarmen Lehm- und Flußsandboden (vgl. Tabelle 2).

Bei „Unbehandelt“ gingen auf jeder Bodenart die Gelbsenfpflanzen zu 100 % auf.

Tabelle 2

Bodenarten	1,5 kg/ha		2,5 kg/ha		3,5 kg/ha		5,0 kg/ha	
	abs.	rel. %	abs.	rel. %	abs.	rel. %	abs.	rel. %
Flußsand	349	96,94	319	88,61	280	77,78	210	58,33
Lehmboden	298	82,78	289	80,27	226	62,78	216	60,00
anlehmiger Sand	280	77,78	207	57,50	238	66,11	152	42,22
humose Gartenerde	276	76,67	241	66,94	234	65,00	180	50,00
Kompost (gut verrottet)	250	69,44	234	65,00	229	63,61	217	68,28
Kompost (unzersetzt)	249	69,16	226	62,77	219	60,83	205	56,94
Lauberde	283	78,61	229	63,61	192	50,33	168	46,94

Nach den Versuchsergebnissen in Tabelle 2 sind in der sterilisierten Kompost- und Lauberde mehr Pflanzen als in den sterilisierten Flußsand- und Lehmböden durch Wuchsstoffeinflüsse geschädigt worden.

Dieses Ergebnis der Versuchsreihe 2 steht somit im Gegensatz zu dem Ergebnis der Versuchsreihe 1, wonach in Flußsand- und Lehmböden die größere Zahl der Pflanzen geschädigt wurde.

Wie ist diese unterschiedliche Wirkung des 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfates in sterilisierten und in nicht sterilisierten Böden zu erklären?

Die phytotoxische Wirkung in unsterilen Bodenarten mit verschiedenem Humusgehalt ist bekannt (s. Versuchsreihe 1). In den anfangs sterilen Böden kann das 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat nicht in den phytotoxisch wirkenden 2,4-D-Ester umgesetzt werden, da die hierfür notwendigen Bodenbakterien abgetötet sind. Die Gelbsenfkeimlinge konnten sich deshalb zunächst in allen sieben behandelten Bodenarten wie bei „Unbehandelt“ entwickeln. Nachdem in den Böden das Mikroorganismenleben wieder eingesetzt hatte, wurde das 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat nunmehr in einen 2,4-D-Ester umgesetzt. In den humusreichen Böden vollzog sich dieser Vorgang infolge der für die Bakterien günstigeren Lebensbedingungen schneller als in den humusarmen Böden. Im Kompost und in der Lauberde muß die Umsetzung des 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfates so spontan erfolgt sein, daß eine hohe Konzentration phytotoxisch wirkenden 2,4-D-Esters frei wurde. Dagegen muß die 2,4-D-Esterkonzentration in humusarmen Flußsand- und Lehmböden infolge der anfänglich geringeren Aktivität der Bakterien so schwach gewesen sein, daß die toxische Wirkung auf die Gelbsenfpflanzen gering war.

Zusammenfassung

Die herbizid wirkende Phase des 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfates wurde in vier Konzentrationen bei Bodenarten mit verschiedenem Humusgehalt zu Gelbsenf geprüft.

Es wurde festgestellt:

1. Die herbizide Wirkung des 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfates ist abhängig:
 - a) von der gespritzten Aufwandmenge,
 - b) von der Aktivität bestimmter Bodenbakterien, die den als Zwischenprodukt entstehenden Wuchsstoffester abbauen.
2. Die Aktivität der Bakterien und somit die zeitliche Dauer der Inaktivierung sind von der Höhe des Humusgehaltes eines Bodens abhängig.
3. Bei humusreichen Böden ist eine höhere 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat-Aufwandmenge je ha als auf humusarmen Böden zu spritzen, wenn eine befriedigende Unkrautvernichtung erzielt werden soll. Die Aufwandmenge von 5 kg/ha soll aber nicht überschritten werden, da sonst schwere Wuchsstoffschäden an den Kulturen auftreten.
4. Auf humusarmen Sand- und Lehm Böden wird eine 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat-Aufwandmenge zwischen 2,5 kg bis 3,5 kg/ha empfohlen, um bei einer erfolgreichen Unkrautvernichtung Wuchsstoffschäden zu vermeiden.

Auf leichten Böden mit einem mittleren bis guten Humusgehalt ist eine Unkrautbekämpfung mit 2,4 Dichlorphenoxyäthylsulfat in einer Aufwandmenge von 3,5 kg bis 5,0 kg/ha zu Erdbeeren, vieldurchtriebenen Maiblumen, zu Möhren in $\frac{2}{3}$ -Blattstadium sowie in einer Aufwandmenge von 3,5 kg/ha zu 10 bis 15 cm hohen Erbsen möglich.

Die Anwendung auf humusarmen Böden (lehmigen) zu Erbsen und Möhren ist nicht ratsam, da die Pflanzen zu stark geschädigt werden.

In Anbetracht des geringen Arbeitsaufwandes und der gesicherten Ertragssteigerung durch weitgehende Unterdrückung des Unkrautbesatzes kann die Anwendung von 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat als wirtschaftlich angesehen werden.

Literatur

1. Alban E. K., and Keiners, V. E., Pre-emergence and post-emergence weed control in vegetable crops with 2,4-D, and oil. Proceedings American Soc. Hortic. Sci. **51**, 1948, 526—532.
2. Holz, W., Versuche mit 2,4D zur Unkrautbekämpfung im Gemüsebau. — Schädlingsbekämpfung **42**, 1950, 63—67.
3. King, L. J., Lambrecht, J. A., and Finn, T. P., Herbicidal properties of sodium 2,4-dichlorophenoxyethyl sulfate. — Contr. Boyce Thompson Inst. **16**, 1950, 191—208. — Ref. in Hortic. Abstr. **21**, 1951.

4. Linden, G., Die Unkrautbekämpfung mit CIPC unter deutschen Verhältnissen. — Mitt. Biol. Bundesanst. H. 85, 1956, 198—200.
5. Orth, H., Zur Inaktivierung wuchsstoffhaltiger Herbizide durch Adsorption an Kohle. — Ztschr. Pfl.krankh. **61**, 1954, 385—396.
6. —, Neuere Erfahrungen über Unkrautbekämpfung in einigen Gemüsekulturen. — Mitt. Biol. Bundesanst. H. 85, 1956, 194—198.
7. Rademacher, B., Der Stand der Unkrautbekämpfung mit chemischen Mitteln im Getreide. — Gesunde Pflanzen **1**, 1949, 25—28.
8. Stapp, C., und Spicher, G., Untersuchungen über die Wirkung von 2,4-D im Boden. — IV. Mitt. Flavobacterium peregrinum n. sp. und seine Fähigkeit zum Abbau des Hormones. — Zentralbl. Bakt. II. Abt. **108**, 1954, 113—126.
9. Wolf, D. E., Weed control — Pre-emergence methods. — Agr. and Food Chem. **1**, 1953, 181—183.

Reaktion der vegetativen Teile von Getreide auf Behandlung mit Wuchsstoffen

(mit 9 Abbildungen) .

Von

M. Hanf, Limburgerhof

Bei der Unkrautbekämpfung mit Wuchsstoffen im Getreide kann es zuweilen zu Schadeinwirkung kommen, wenn Fehler in der Anwendung gemacht werden. Die an Gramineen feststellbaren Anomalien sind aber selten und keineswegs so mannigfaltig wie bei den Dikotyledonen (vgl. Hanf 6, 8).

Durch die auffallenden Gestaltungen regen sie aber zur Betrachtung an und sind wiederholt beschrieben worden (vor allem Ährenanomalien). In fast allen Arbeiten kommt dabei zum Ausdruck, daß diese Erscheinungen ihre Ursache in Anwendungsfehlern haben (z. B. Bachthaler 2, Dame 3, Hochapfel 9, Large 11, Rademacher 13, Schmidt 14). Daß auch Gräser in verschiedener Art aber ähnlich wie Getreide reagieren, geht aus der Mitteilung von Kersting (10) hervor.

Die einzelnen Formen findet man in mehr oder weniger starkem Maße nebeneinander, meist aber nur eine Art der Verbildung gehäuft. Genau wie bei den Dikotyledonen beruhen alle Anomalien auch bei den Gramineen auf einer Förderung bzw. Hemmung bestimmter Zellpartien während früher Entwicklungsstadien.

Der Anlaß zu der Anomalienbildung liegt jedenfalls stets mehrere Wochen vor deren erstem Sichtbarwerden. Die Art und Form der Verwachungen unterliegt trotz der Verschiedenheit ganz bestimmten Gesetzmäßigkeiten, die in der morphologischen Entwicklung der reagierenden Pflanzenteile begründet sind. Mit anderen Worten: Es kann nur das entstehen, was in der zwar modifizierten, aber doch in bestimmtem Rahmen liegenden Gestaltungskraft der einzelnen Pflanzenart zu einer gewissen Zeit gegeben ist.

Zum Verständnis der Mißbildungen scheint daher zunächst die Betrachtung der Jugendentwicklung der behandelten Pflanzen von wesentlicher Bedeutung zu sein. Die Zusammenhänge zwischen Wirkung der Wuchsstoffe und Entwicklung der Getreidepflanze wurden von Andersén (1) und Derscheid (4) für Gerste und von Langchamp (12) für verschiedene Arten und Sorten untersucht. Art und Stärke der Anomalien sind dabei nicht allein vom Entwicklungszustand der Pflanzen, sondern von einer Reihe von Außenfaktoren — vor allem Temperatur und Ernährung — abhängig (vgl. Hanf 7). Im folgenden soll vor allem auf den Zusammenhang zwischen Entwicklungsstadium

der Getreidearten und den Anomalien an Blättern von Halmen eingegangen werden. Die Entstehung von Anomalien wurde an anderer Stelle erörtert (Beiträge zur Biologie der Pflanzen 34, 1957, Heft 1).

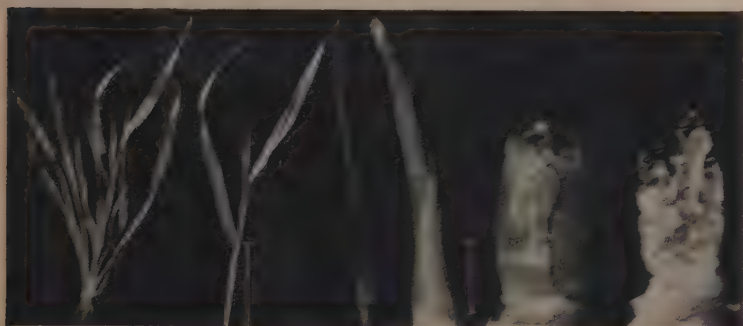


Abb. 1. Haferpflanze etwa 40 Tage nach der Aussaat. Darstellung der Blattfolge des Hauptstammes. Soweit die älteren Blätter entfernt. Das folgende Blatt vergleicht die senkrechten weißen Striche geben der Maßstab im Vergleich zum vorhergehenden Blatt wieder. Ganz rechts Suspensanlage.

1. Entwicklung von Hafer und Sommergerste

Um den Entwicklungsablauf beobachten zu können, wurden auf der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Linsingenhof der BAFF im Sommer 1946 vier Hafersorten (Flämingsröde, Flämingsröde, Lander, MÜ und PMS-Brotkorn) und vier Sommer-Germersorten (Hannet, Hannek, Hannek, Orange Franken und Hertha) ausgesät. Verschiedene Blätter wurden gewählt, weil aus der Praxis Beobachtungen vorliegen, nach denen einige Blätter besonders „empfindlich“ gegenüber Wachstumsstörungen seien. Es ist vorwiegend genommen, daß sich in morphologischer Hinsicht keine Anpassungsreaktion für das unterschiedliche Verhalten finden lassen. Alle 4–6 Tage wurden mehrere Pflanzen entnommen und untersucht. Dabei wurde nicht nur die äußere Gestalt, Blattzahl, Größe usw. festgestellt, sondern auch der Entwicklungszustand der noch nicht sichtbaren Blätter und der Ähre usw. Rispe.

Die Zusammenstellung in Tabelle 1 zeigt, daß bereits in sehr frühem Stadium, wenn nur 2–3 Blätter ausgebildet sind, die Anlage der künftigen Hafer-Rispe bei starker Vergrößerung sichtbar wird. Etwa 40 Tage nach der Aussaat ist die Anlage der Seitenähre an der Rispe zu sehen (Abb. 1). Um den 60. Tag nach der Saat ist die Aufgliederung so weit fortgeschritten, daß man schon die einzelnen Blüthenstände (Spelzen, Blütenhülle usw.) an der Spitze der Rispe erkennen kann (Abb. 4). Die Ausbildung des Endährchens geht ganz erheblich weiter. Die Entwicklung der Haferähre verläuft damit von der Spitze zur Basis. Bemerkenswert ist weiterhin, daß in den Bestockungstrieben die Rispen wesentlich weiter zurück sind als im Haupttrieb. Dadurch wird erklärlich, daß bestimmte Veränderungen an einer Pflanze nur an einzelnen Halmen, selten an allen in gleicher Weise zu finden sind.

Die in der Tabelle 1 in der 3. Spalte angegebene Gesamtzahl der sichtbaren Blätter bezieht sich auf alle Blätter der Haupt- und Seitenähre. Die „Bestockung“ d. h. die Ausbildung dieser Seitenähre ist ein fortwährender Vorgang, der je nach Ernährungsverhältnissen, Winternutzung usw. früher oder später beendet wird. Der „Beginn“ dieser Bestockung ist schwer fest-

Tab. 1. Entwicklung von Hafer von der Aussaat (18. 3. 55) bis zum Schossen (23. 5. 55)

Pflanzen- entnahme		Zahl der sicht- baren Blätter	Länge des größten Blattes in cm	Anzahl der insgesamt (am Haupt- trieb) ange- legten bzw. ausgebilde- ten Blätter	Entwick- lungs- zustand der Rispe	Be- merkungen über den Gesamt- zustand der Pflanze
Datum	Tage nach der Aussaat					
19. 4.	32	2—3	10	6	Vegetations- punkt kurzer Kegel	
25. 4.	38	5—6	15	8	Vegetations- punkt kurzer Kegel	schon Be- stockungs- triebe 1—2
29. 4.	42	7—10	18	8	Vegetations- kegel mit Seiten- wülsten- Anlage der Ährchen	2—3 Be- stockungs- triebe mit bis zu 3 Blättern
4. 5.	47	8—12	24	8—9	Vegetations- kegel mit Seitenwül- sten-Anlage der Ährchen auch in Be- stockungs- trieben	3—4 Be- stockungs- triebe
9. 5.	52	10—16	30—35	9—11	Rispenan- lage stark differenziert, Endährchen in einzelne Blütenteile gegliedert	2—6 Be- stockungs- triebe, 1. Internodi- um beginnt sich zu strecken
13. 5.	56	über 20	30—35	9—11	starke Auf- gliederung der Rispe	bis 10 Be- stockungs- triebe, Beginn des Schossens
18. 5.	61	über 20	30—35	9—11	Rispenanl. bis zu 3 cm, davon 1 cm Endährchen	
23. 5.	66	über 20	30—35	9—11	Rispenanl. bis zu 3 cm, davon 1 cm Endährchen	1.—4. Inter- nodium be- ginnen sich zu strecken

zulegen, da bereits im 2—3-Blattstadium in der Blattachsel des ersten Blattes ein Seitentrieb angelegt ist. Diese Anlagen finden wir dann einige Tage später auch bis zum 4. oder 5. Blatt. Unterdessen ist aber bereits das erste Blatt des 1. Seitentriebes aus der Umhüllung seines Tragblattes herausgewachsen. An seinem Grunde befindet sich schon die Anlage eines nunmehr sekundären Bestockungstriebs (Abb. 2). Zahlreiche Anlagen wachsen unter normalen Verhältnissen nicht aus. Die Feststellung des Vorhandenseins ist aber wichtig, da dadurch der häufig zu beobachtende „Zwiewuchs“, d. h. späteres Nachwachsen grüner Halme unter dem Einfluß von Wuchsstoffen, erklärlich wird.



Abb. 2. Junge Blattanlagen einer Gerstenpflanze, deren 3. Blatt sichtbar ist. Oben Blattanlagen des Bestockungstriebs in der Achsel des 1. Blattes.

Die Anzahl der Blätter an einem Halm ist im Gegensatz zu der Gesamtzahl an einer bestockten Pflanze ziemlich konstant. Meist sind es 9 bis 11 Blätter, die ausgebildet werden. Wie aus Tabelle 2 zu erkennen ist, bleiben die ersten Blätter ziemlich klein. Sie sterben bald ab. Erst das 5. oder 6. Blatt wächst zu voller Länge aus. Die letzten Blätter werden erst sichtbar, wenn auch die Rispe sich aus den Blattscheiden hervorschiebt.

Tab. 2. Entwicklung der Blätter bei Hafer (Sorte Flämingstreue)
(Angabe der Blattlängen in mm)

Datum	Tage nach der Aussaat	Länge der Blätter in mm												Ähre
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
19. 4.	33	16	35	50*)	7	1	angelegt							
29. 4.	42	15	86	130	170	46*)	3	1	angelegt					gut sichtbare Seitenäste ausgebildet
9. 5.	52	17	31	129	174	231	327	256	120*)	16	3	angelegt		Anlage mit Seiten- wülsten

*) deutet an, welche Blätter sichtbar sind

In Abb. 3 sind die Entwicklungsstadien der Haferpflanze mit der dazugehörigen Entwicklung der Rispe in einer Reihe übereinandergestellt. Beim Beginn des Schossens (etwa 60—70 Tage nach der Saat) ist die Rispe noch sehr klein (2—3 cm), aber schon weitgehend gegliedert (Abb. 4). Sie erreicht dann aber in der Blattscheide eine Länge von 15—20 cm bis etwa zum 80. bis 85. Tag nach der Saat. Erst danach werden die Rispenspitzen sichtbar. Auch im letzten Stadium kurz vor dem Rispenschieben sind die unteren Teile noch sehr weit in der Entwicklung zurück, so daß in diesem embryonalen Zustand des Gewebes noch Einflüsse überstarker Wuchsstoffgaben möglich sind.



Abb. 3. Entwicklungszustand der Haferrispe (oben) und der Gerstenähre (Mitte) im Vergleich zur Gesamtentwicklung der Pflanzen (unten).

Bei der als zweites Beispiel gewählten Gerste verläuft die Entwicklung bezüglich der vegetativen Organe (Blätter und Halme) ganz ähnlich wie beim Hafer. Auf die Einzelheiten braucht daher in diesem Zusammenhang nicht nochmals eingegangen zu werden. Die Ährenanlage ist ebenfalls schon beim Sichtbarwerden des 3. Blattes beim Herauspräparieren des Vegetationspunktes (Abb. 3, links) zu erkennen. In der Entwicklung besteht gegenüber Hafer insofern ein wesentlicher Unterschied, als hier der untere Teil der Ähre zuerst differenziert wird und sich die jüngsten Teile demnach im Gegensatz zur Haferrispe an der Spitze befinden. Die Beziehung zwischen der Ährenentwicklung und der sichtbaren Blatt- und Triebbildung ist in Tabelle 3 und Abb. 3 zusammengestellt. Daraus ist zu entnehmen, daß auch hier schon 25—30 Tage nach der Saat, also etwa 2—3 Wochen nach dem Auflaufen die Ähren angelegt sind und sich die ersten unteren Blütenanlagen abgliedern. Nach weiteren 10 Tagen ist die Ähre schon stark gegliedert und macht den Eindruck eines Maiskolbens (Abb. 4). Etwa 50 bis

60 Tage nach der Aussaat hat die Ähre eine Größe von 2—3 cm erreicht, die Spelzen mit Grannen sind ausgebildet. Die Ähren wachsen dann innerhalb von 10 weiteren Tagen um das 10fache bis zu 20—25 cm (einschl. Grannen) heran, stecken aber immer noch in der Blattscheide. Um den 80. Tag nach der Aussaat, je nach Sorte etwas früher oder später erscheinen dann die Grannen aus den Blattscheiden und das „Ährenschieben“ — wie es landläufig heißt — beginnt.

Auch hier ist die gleiche Feststellung zu machen wie beim Hafer, nämlich, daß die Ähren einer Pflanze in den einzelnen Bestockungstrieben sehr



Abb. 4. Anlagen einer Haferrispe (links) und einer Gerstenähre (rechts) etwa 50 Tage nach der Aussaat.

verschieden weit entwickelt sind. Bis zur Blütezeit werden diese Unterschiede weitgehend aufgeholt, so daß sie kaum noch in Erscheinung treten. Für die Reaktion der in der Entwicklung befindlichen Ähren auf Wuchsstoffe sind diese Unterschiede aber von Bedeutung, denn je nach dem Entwicklungsstadium treten immer bestimmte Anomalien auf. Die später zu beschreibenden Formen erscheinen zwar nacheinander, überschneiden sich aber in ihrer Häufigkeit.

2. Die verschiedenen Arten von Wuchsanomalien an vegetativen Teilen

a) Blattverbildungen

Während wir bei den Dikotyledonen die verschiedensten Blattverbildungen beobachten können (vgl. Hanf 6 u. 8), finden wir bei den Gramineen nur drei immer wiederkehrende Formen.

Tab. 3. Entwicklung von Gerste von der Aussaat (23. 3. 55) bis zum Schossen (20. 5. 55)

Pflanzen- entnahme		Zahl der sicht- baren Blätter	Länge des größten Blattes in cm	Zahl der insgesamt aus- gebildeten bzw. angelegten Blätter	Entwick- lungs- zustand der Ähre	Gesamt- zustand der Pflanze
Datum	Tage nach der Aussaat					
19. 4.	27	2	5,2	5	Schlanker noch undif- ferenzierter Kegel	Seitentrieb in Achsel des 1. Blattes bereits 14 mm
25. 4.	33	6		8—10	Blüten- anlagen teilen sich als Wülste ab	3 Seiten- triebe aus- gebildet
29. 4.	37	10—15	18	9—10	Querwülste der unteren Blüten- anlagen mit Dreiteilung	3—4 Seiten- triebe mit 2—4 Blättern
4. 5.	42	10—20	25	9—10	Untere Blüten- anlagen gegliedert	
9. 5.	47	15—25	25	10	Ähre bis zur Spitze mit differen- zierten Blü- tenanlagen	
13. 5.	51	20—30	35	10	Ähre bis zur Spitze mit differen- zierten Blü- tenanlagen	bis zu 12 Bestok- kungstriebe. Ausbildung der Internodien beginnt
19. 5.	56				Ährchen deutlich ausgebildet. Grannen vorhanden, etwa 2 cm	Internodien bis zu 10 cm lang
23. 5.	61				Ähre mit deutlichen Grannen 2—3 cm	Schossen in vollem Gange

Mitunter sieht man in Getreidefeldern, welche zu frühzeitig mit Wachstumsstoffen zur Unkrautbekämpfung behandelt wurden, Pflanzen mit steil aufrecht stehenden Blättern. Vor allem treten diese auf, wenn starke Überdosierungen verwandt oder wenn Pflanzen mehrmals getroffen wurden (Angewende, Überschneiden der Fahrspur usw.). Dieser starre Wuchs entsteht auf zweierlei Weise. Im ersten Fall sind die Blätter in



Abb. 5. „Verbinste“ Blätter von Hafer. Links völlig verwachsenes Blatt, 2 Blätter in der Mitte mit schmaler Spreite (xeromorpher Typ), rechts normales Blatt, daneben „Steckähre“ bei Gerste als Folge der Blattverwachsung.

der Spreite sehr verschmälert und zusammengerollt, sie haben einen „xeromorphen“ Typ (Abb. 5). Die Unterschiede zum normalen Blatt werden besonders an Querschnitten deutlich. Zahl und Struktur der parallelen Blattnerven sind kaum verändert. Das Parenchym dagegen ist stark reduziert und besteht aus kleinen dichtstehenden Zellen. Die Längenentwicklung derartiger Blätter ist ebenfalls gehemmt.

Der Vergleich der Maße mit einem normalen Blatt ergibt etwa folgendes:

normales Blatt	— Länge 35 cm	Breite 15 mm
verbildetes Blatt	— Länge 25 cm	Breite 3–6 mm

Unter dem Einfluß der Wuchsstoffe ist eine allgemeine Hemmung der Zellstreckung eingetreten. Da die Breitenentwicklung der Längenentwicklung ohnehin nachkommt, wird erstere besonders stark reduziert. Von dieser Art Verbildung sind meist mehrere hintereinander stehende Blätter ergriffen.

Die Blatthäutchen und -öhrchen sind am Übergang der stengelumfassenden, aber nicht verwachsenen Blattscheide zur schmalen starren „Spreite“ normal ausgebildet.

Die zweite, häufiger anzutreffende Verbildung ist in jedem Falle auf ein Blatt eines Halmes beschränkt. Untersucht man ein derartiges Blatt, so sieht man, daß es völlig drehrund verwachsen ist. Eine Nahtlinie ist meist nicht zu erkennen (Abb. 5, links). Diese Blätter sind immer hohl. An der Spitze befindet sich aber stets eine mehr oder weniger weit abwärts gehende Öffnung. Der Spalt ist oft nur 2–3 mm lang, manchmal aber auch mehrere Zentimeter. Wegen ihrer Ähnlichkeit in der äußeren Form mit *Juncus*-Blättern bezeichnet man diese Anomalien gern als „Verbinsung“.

Das Zustandekommen dieser binsenartigen Blätter ist aus der Entwicklung einer Blattanlage zu erklären. Die Getreideblätter werden zunächst als einseitiger Wulst angelegt. Dieses Blattprimordium zieht sich bald ringförmig um den Vegetationspunkt herum (vgl. Abb. 2 und Abb. 3 links), wobei die eine Seite stärker ausgebildet ist und zur Spreite wird. Im Falle der normalen Entwicklung bleibt auf der gegenüberliegenden Seite die Blattscheide offen (Abb. 1 rechts). Die an dieser Stelle befindlichen Zellen stellen im jüngsten Entwicklungsstadium ihr Wachstum ein. Unter dem Einfluß von Wuchsstoffen wird aber diese Wachstumshemmung aufgehoben, so daß das Blatt röhrenförmig weiterwächst. Lediglich die schon in der Anlage vorhandene Öffnung an der Spitze bleibt stets weiterhin bestehen. Da nur bestimmte junge Blattstadien in dieser Weise beeinflußt werden können, ist es erklärlich, weshalb immer nur ein Blatt eines Halmes diese „Verbinsung“ zeigt. Ältere Blätter sind in ihrer Entwicklung schon so weit fortgeschritten, daß die Zellen nicht mehr reagieren, die folgenden Blattprimordien dagegen sind noch nicht genügend differenziert. Alle folgenden Blätter sowie die Ähren- bzw. Rispenanlage werden von dieser Blattröhre umhüllt und dadurch in ihrer Entwicklung stark behindert.

Die Gleichartigkeit der Verbildung an gleichalten Halmen einer bestockten Pflanze zeigt, daß tatsächlich nur ganz bestimmte Entwicklungsstadien gleichsinnig reagieren können (vgl. Tabelle 4). Bei der Untersuchung „verbinster“ Haferpflanzen wurde z. B. folgendes ermittelt: der Haupttrieb — der zuerst ausgebildete Halm — reagierte nicht mehr. Am 1. und 2. Bestockungstrieb, also Halm 2 und 3 ist das 7. Blatt „ver-

binst“. Bei Halm 3 ist außerdem noch Blatt 6 ebenso wie bei Halm 4 gerollt. Offenbar war hier die Entwicklung schon für eine Verwachsung zu weit fortgeschritten. Abb. 1 Mitte dürfte etwa das entsprechende Entwicklungsstadium z. Z. der Wuchsstoffeinwirkung zeigen. An den folgenden Halmen 5–8 ist immer das 6. Blatt verbinst, wobei die Länge der Öffnung abnimmt, d. h. die Blätter erhielten den Impuls zu dem veränderten Wachstum im jeweils etwas jüngeren Stadium. Die später ausgebildeten Blätter (7. bzw. 8.–10.) waren in allen Fällen zwar stark eingengt, ziehharmonikaartig gefaltet und verdreht aber in ihrer Ausbildung doch normal. Die Rispen zeigten ebenfalls keine Veränderungen.

Aus diesen Befunden geht hervor, daß die Einwirkung der Wuchsstoffe nur sehr kurz, stoßartig sein kann und den normalen Teilungs- und Streckungsrhythmus bestimmter Zellkomplexe in neue, aber stets gleichsinnige Bahnen lenkt. Wie wenig tiefgreifend die Änderungen sind, geht auch daraus hervor, daß die Blatthäutchen, welche am Übergang von Blattscheide zur Blattspreite stehen auch im röhrenförmig verwachsenen, verbinsten Blatt normal erhalten bleiben. Äußerlich ist diese Stelle an einem hellen Ring und meist einer schwachen Aufwölbung zu erkennen (Abb. 5).

Eine weitere Form von Blattmißbildungen tritt nur dann auf, wenn sehr starke Wuchsstoffgaben in sehr frühem Stadium einwirken. Hier verwachsen verschiedene nebeneinander stehende Blätter und vor allem die Tragblattanlagen mit den Anlagen der Seitensprosse. Dadurch entstehen gefaltete Formen, Blätter, die mehrere Spreiten zu haben scheinen oder die in wirren Knäueln zusammenstehen. Besonders häufig sind diese Erscheinungen bei sehr früher (2–4 Blattstadien) oder bei überdosierter Herbstspritzung von Wintergetreide. Da beim Wintergetreide die reaktionsfähigen Stadien vor der winterlichen Ruhepause liegen, ist es erklärlich, daß man nur bei Spritzungen im Herbst Blattverwachsungen hervorrufen kann, die man dann erst im Frühjahr beobachtet. Grundsätzlich reagieren Sommer- und Wintergetreide in gleichem Entwicklungsstadium gleich. Die „geringere Empfindlichkeit“ der Wintergetreidearten bei Spritzungen zur normalen Zeit der Unkrautbekämpfung (April–Mai) beruht also nur darauf, daß sich um diese Zeit die Pflanzen schon in einem Stadium befinden, in dem sie morphologisch nicht mehr reagieren können (vgl. auch Ährenverbildungen).

b) Auftreten von „Nachschossern“

Bei der Besprechung des Entwicklungsablaufes von Hafer und Gerste wurde erwähnt, daß unmittelbar nach Bildung eines Blattes in dessen Blattscheide, am Halmknoten ein Seiten- oder Bestockungstrieb angelegt wird. Derartige Anlagen, die den „Augen“ in den Blattachseln an Sprossen von Dikotyledonen entsprechen, finden sich grundsätzlich am Grunde aller Blätter. Die zu den ersten 3–4 Blättern gehörenden Triebe wachsen fast immer als Bestockungstriebe aus, die sich noch weiter durch sekundäre Triebe vermehren. Ein Teil der Anlagen ver-

Tab. 4. „Verbinsung von Blättern verschiedener Halme einer bestockten Haferpflanze“

Blattfolge	1. Halm	2. Halm	3. Halm	4. Halm	5. Halm	6. Halm	7. Halm	8. Halm
5. Blatt	normal 43 cm	normal 41 cm	normal 40 cm	normal 45 cm	sehr steil 47 cm	normal 50 cm	normal 40 cm	normal 43 cm
Internodium	13 cm	16 cm geknickt	10 cm	5 cm	6 cm	4 cm	4 cm	1,5 cm
6. Blatt	normal 46 cm	normal 45 cm	steil 48 cm gerollt aber nicht verwachsen	58 cm, steil gerollt aber nicht verwachsen	verbinsst 56 cm	verbinsst 55 cm 10 cm offene Spitze	verbinsst 43 cm	verbinsst 39 cm 0,3 cm offene Spitze
Internodium	3 cm	4 cm	3 cm	2 cm	0,5 cm	0,5 cm	0,3 cm	0,2 cm
7. Blatt	normal 43 cm	verbinsst 46 cm 7 cm offene Spitze	verbinsst 57 cm, bis 30 cm Naht sichtbar	normal 35 cm	eingeeengt, gefaltet 20 cm	normal aber gefaltet 21 cm	normal 21 cm	normal 21 cm
8. Blatt	normal	gefaltet	gefaltet	normal	gefaltet	stark gefaltet	—	—
9. Blatt	normal	stark gefaltet	stark gefaltet	normal	gefaltet	—	—	—
10. Blatt	—	sehr stark gefaltet, gelb	—	—	—	—	—	—

bleibt aber in ruhendem Zustand, ähnlich den „schlafenden“ Augen an Sprossen vieler Dikotyledonen. Es ist bekannt, daß man derartige „schlafende“ Augen auf verschiedene Weise u. a. auch durch Verabfolgung bestimmter Wuchsstoffmengen und -arten zum Austreiben bringen kann. Daher ist es nicht verwunderlich, wenn ähnliches auch zuweilen nach einer Behandlung von Getreide mit Wuchsstoffen zu beobachten ist, d. h. daß z. Z. der Ernte noch junge grüne Halme auftreten, die dann meist nicht mehr vollständig ausreifen. Besonders Hafer neigt zu derartigem „Zwiewuchs“.

Um ein Bild über den Einfluß der Spritzzeit und der Art des Wuchsstoffmittels auf die Ausbildung von Nachschossern zu gewinnen, wurden

Prozentsatz des Auftretens von Nachschossern nach Behandlungen zu verschiedenen Zeiten

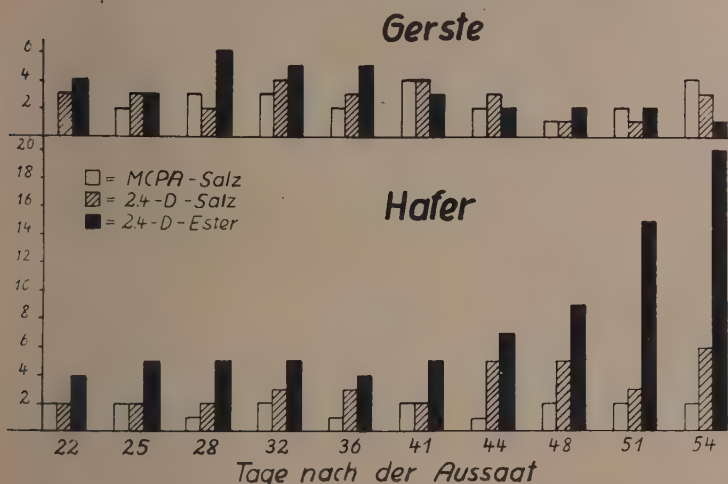


Abb. 6. Prozentsatz des Auftretens von „Nachschossern“ nach Behandlung zu verschiedenen Zeiten mit unterschiedlichen Mitteln.

die zur Zeit der Ernte noch grünen Halme in einen vom Auflaufen bis zum Schossen aller 3–5 Tage gespritzten Versuche auf der Versuchstation Limburgerhof ausgezählt (28. Juli 1955). Dabei ergab sich ein erheblicher Unterschied zwischen Gerste und Hafer (vgl. Abb. 6). Während in den unbehandelten Parzellen im Durchschnitt etwa 1–2 % „Nachschosser“ festgestellt werden konnten, nahm die Anzahl unter dem Einfluß der verschiedenen Wuchsstoffe bei Gerste nur gering zu (bis 6 %). Dabei lagen die höchsten Prozentsätze bei Spritzungen zwischen dem 30. und 40. Tag, also zu einer Zeit, in der die äußerlich sichtbare „Bestockung“ beginnt. Die Bestockungstriebanlagen wurden

also zum geringen Teil so beeinflußt, daß sie zu einem späteren als dem normalen Zeitpunkt noch auswachsen. Gegen Ende der Bestockungszeit, zwischen dem 40.—50. Tag nach der Saat läßt diese Reaktion nach. In diese Zeitspanne fallen normalerweise die Unkrautbekämpfungen, so daß hier die Gefahr einer ungünstigen Beeinflussung nicht mehr vorhanden ist.

Bei der Gerste deuten sich Unterschiede in der Art der verwendeten Wuchsstoffe an.

Im Durchschnitt aller Anwendungszeiten wird die „Nachschosserrate“, die bei Unbehandelt bei 1,4 % lag, erhöht

durch MCP-Aminsalz	1,5 Ltr./ha	auf 2,3 %
durch 2,4-D-Aminsalz	1,5 Ltr./ha	auf 2,2 %
durch 2,4-Butylglykol-Ester	1 Ltr./ha	auf 3,3 %

Bei Gerste sind die Unterschiede demnach nicht sehr groß.

Bei dem in gleicher Weise behandelten Hafer liegen die Verhältnisse aber wesentlich anders. In der Darstellung Abb. 6 wird deutlich der Einfluß späterer Spritzung sichtbar und vor allem der starke Effekt bei Verwendung von 2,4-D-Ester. Die Zahl der „Nachschosser“ ist zu allen Zeiten höher als bei den Salzen. Bei Behandlungen vom 45. Tag nach der Aussaat ab sehen wir einen zusätzlichen Anstieg auf 15 bzw. 20 %. Im Durchschnitt aller Spritzzeiten ergeben sich folgende Werte:

Unbehandelt	1,3 % „Nachschosser“
MCP-Aminsalz	1,7 % „Nachschosser“
2,4-D-Aminsalz	3,3 % „Nachschosser“
2,4-D-Ester	7,9 % „Nachschosser“

Das MCP-Aminsalz hat also nur einen geringen Einfluß, während durch 2,4-D-Aminsalz bei den letzten Spritzungen auch eine Anzahl zusätzlicher Triebe ausgelöst wird, die aber bei weitem nicht an die Zahl der durch den Einfluß des 2,4-D-Esters hervorgerufenen heranreichen.

c) „Verzweigung“ von Getreidehalmen

Bei unseren Getreidearten und den meisten Gräsern entstehen Bestockungstriebe fast ausschließlich in den Scheiden der untersten Blätter. Hat die Streckung des Halmes bzw. der einzelnen Internodien die Knoten und damit die Blattansätze auseinandergerückt, so treffen wir nur bei wenigen Grasarten an den höheren Knoten noch Seitentriebbildung an. Die Ansätze zu derartigen Trieben sind aber auch bei den Getreidearten und den meisten Gräsern zu finden. Es kann daher zur Bildung zusätzlicher Halme, die ihren Ursprung in einem der oberen Knoten haben, kommen.

In einem Versuch zu Roggen, der bereits im November gespritzt wurde, fanden sich eine ganze Anzahl Pflanzen mit normal langen Halmen, daneben aber stark verkürzte Triebe, die aus einem Gewirr von Blättern am Grunde der Pflanzen hervorkamen (vgl. Abb. 7 links). Die Internodien waren hier gestaucht, verkrümmt und teilweise verwachsen.

In anderen Fällen tritt die „Verzweigung“ erst im oberen Halmteil auf (Abb. 7 rechts). Auch hier findet man dann einige verkrümmte sehr kurze Internodien. Durch den dichten Stand der Blätter wird eine Entfaltungshemmung bedingt, die zuweilen zu korkzieherartiger Verdrehung der Halme führt. Ähnliche Bildung von Seitenästen wurde von Kersting (10) für *Agrostis alba* beschrieben. Im Extremfalle teilt sich



Abb. 7. Verzweigte Roggenhalme. Aus einem der unteren Halmknoten wächst ein zweiter, kürzerer Halm.

der Halm erst am obersten Knoten (Abb. 8 rechts) oder darüber. Eine scharfe Grenze zu den Spaltungen der Ähren ist nicht zu ziehen. Vielfach wachsen aus dem oberen Knoten zwei oder mehrere Infloreszenzen (Abb. 8, Hafer) zu annähernd gleicher Größe aus. Die Ursache könnte in einer Teilung des Vegetationspunktes liegen. Anders ist das Bild des Roggenhalmes in Abb. 8 Mitte. Hier setzt die zweite Ähre unterhalb des Halmknotens an. Eine feine Leiste ist den Halm herab zu verfolgen. Es ist daher anzunehmen, daß diese Ähre mit dem zugehörigen Halm

in der Achsel des nächstniedrigeren Blattes angelegt wurde und gemeinsam mit dem Haupthalm emporwuchs.

Diese Beobachtungen zeigen, daß ähnlich wie bei Dikotyledonen in den Blattachseln der Gramineen Anlagen vorgebildet sind, in denen auch die Tendenz zur Bildung einer Infloreszenz steckt. Im Normalfalle wird diese Tendenz aber nur bei wenigen bodennahen Anlagen realisiert (= Bestockung).

d) Auftreten von „Zwergwuchs“

In Feldern, in welchen eine Spritzung mit Wuchsstoffen vorgenommen wurde, findet man zuweilen am Rand oder in Rads Spuren des Spritzgerätes sehr niedrige, oft monströse Formen. Sie dürften ihre Gestalt



Abb. 8. Verzweigte Halme von Hafer (1) und Roggen (2). Verzweigung aus dem oberen Knoten.

einer lokalen Überdosierung des Wuchsstoffes (mitunter verbunden mit einer Verletzung) verdanken. Hier sei auf eine derartige Haferpflanze hingewiesen, wie sie in einem Versuch 1952 im Garten des Pflanzenschutzamtes in Gießen gefunden wurde. Inmitten einer normal entwickelten Parzelle stand diese Pflanze. Sie erreichte eine Höhe von nur 30 cm, wovon die Hälfte auf die Rispe entfiel. Nur drei Internodien waren gestreckt (2; 4,5 und 4,7 cm). Über dem 3. Knoten waren drei breite Blätter zusammengedrückt (Abb. 9).

Mitunter können aber größere Teile eines Feldes diesen gestauchten Wuchs zeigen. Dies scheint vorzukommen, wenn die Spritzung viel zu

früh und in Zusammenhang mit kaltem Wetter (langsames Wachstum) erfolgte. Besonders eigenartig war eine Beobachtung in einem Weizen-schlag, der im Herbst 1955 mit einer Mischung von MCP — + 2, 4, 5-Estern behandelt wurde. Die Pflanzen dieser Parzellen erreichten im Sommer des nächsten Jahres nur eine Höhe von 20 bis 35 cm. Sie erinnerten im Habitus an mit Zwergsteinbrand (*Tilletia deformans*) befallene Pflanzen. Die eng zusammenstehenden Blätter bewirken z. T. Entfaltungshemmung der Infloreszenz und dadurch Krümmung und Taubährigkeit.

Eine interessante Parallele zu dieser durch synthetische Wuchsstoffe bewirkten Wachstumshemmung wurde 1953 im Roggenzuchtgarten der



Abb. 9. „Zwergwuchs“ von Roggen (links) und Hafer (rechts). Bei Hafer durch 2,4-D-Mittel, bei Roggen Mutation. Näheres siehe Text.

Landw. Versuchsstation der BASF Limburgerhof gefunden. In den Beeten der Klon-Vermehrung fiel eine Parzelle durch besonders niedrigen und struppigen Wuchs auf. Die Pflanzen blieben nur 12–25 cm hoch, verkrümmt mit gedrehten Blättern und tauben Ähren: das gleiche Bild, wie wir es bei Wuchsstoffüberdosierung fanden (vgl. Abb. 9 rechts). Die Vermutung lag nahe, daß diese äußere Ähnlichkeit hier durch eine genbedingte Überproduktion pflanzeneigener Wuchsstoffe hervorgerufen sein könnte.

Um dieser Vermutung nachzugehen, wurden von Herrn Dr. Max Fischer Preß-Säfte zwergiger Pflanzen mit denen normaler Pflanzen mit dem von ihm auf der Versuchsstation Limburgerhof entwickelten Wuchsstofftest (die Streckung 2 cm großer Stücke von Haferkoleoptilen wird

beobachtet) verglichen. Tatsächlich stellte es sich heraus, daß der Wuchsstoffgehalt der Zwergpflanzen wesentlich höher war als der normaler Pflanzen. Diese übergroße Menge hat also genau wie die Zufuhr der synthetischen Wuchsstoffe eine Hemmung des gesamten Wachstums bewirkt. Eine überaus interessante Analogie, die Einblick in den Wirkungsmechanismus der Wuchsstoffe gibt!

e) Störung des Internodienwachstums

Eine Erscheinung, die man in Getreidefeldern mit Wuchsstoffbehandlung häufiger finden kann, ist das Auseinanderwachsen der Halme einer Pflanze. Diese Erscheinung steht fast stets im Zusammenhang mit der Verwendung der aggressiver wirkenden Ester (vor allem 2,4-D- und 2,4,5-T-Ester) in hoher Dosierung oder in Zeiten mit ungünstiger Witterung (Kälte).

Die Untersuchung derartiger Pflanzen zeigt, daß das erste oder zweite Nodium durch einseitige Verdickung den Halm nach außen drückt. Das erste Internodium ist meist gestaucht. Mit Nachlassen der Wuchsstoffeinwirkung gewinnt die Tendenz zu senkrechtem Wachstum des Halmes wieder die Oberhand. Im zweiten bzw. dritten Nodium erfolgt eine erneute Knickung — in entgegengesetzter Richtung —, so daß der Halm wieder senkrecht weiterwachsen kann. Die Drillreihen des Getreides erhalten dadurch ein „struppiges“ Aussehen und sind oft nicht mehr zu erkennen.

Wie gesagt, treten diese Erscheinungen vor allem bei Verwendung von „Wuchsstoff-Estern“ und bei Überdosierungen auf. Sie sind häufig das erste und beste Anzeichen für fehlerhafte Anwendung von Wuchsstoffen. Man kann sagen, daß die Stärke des Einflusses in folgender Reihe zunimmt: MCPA-Salz — 2,4-D-Salz — MCPA-Ester — 2,4-D-Ester — 2,4,5-T-Ester (vgl. Hanf 5). Während die bisher besprochenen Anomalien von der Anwendungszeit der Wuchsstoffe (vorwiegend zu früh) abhängen, können die „Knickungen“ der ersten Nodien bzw. Internodien sich jederzeit bemerkbar machen und weisen auf starkes Einwirken bestimmter Wuchsstoff-Formen oder Mengen hin.

Zusammenfassung:

Nach der Unkrautbekämpfung mit Wuchsstoffen in Getreide bzw. auf Wiesen findet man zuweilen neben absterbenden und verwachsenen Unkräutern auch verbildete Gräser und Getreidepflanzen. Diese Formen haben ihre Ursache meist in Überdosierung oder falscher zeitlicher Anwendung der Bekämpfungsmittel.

Da nur ganz bestimmte noch embryonale Gewebe reagieren, erscheinen charakteristische Verbildungen, die aus der Betrachtung der Entwicklung von Hafer und Gerste erklärt werden können.

1. Nach sehr frühzeitigen Spritzungen (2.—3. Blattstadium des Getreides) entwickeln sich starre aufrecht stehende Blätter. Sie entstehen entweder durch Reduktion der Spreitenbreite oder durch röhrenförmige Verwachsung des Blattes (Verbinsung).

2. Die sehr frühzeitig — schon nach Erscheinen des dritten Blattes — angelegten Ähren bzw. Rispen können je nach Alter der Anlage in bestimmter Weise verändert werden. Bei sehr früher Behandlung treten sogenannte „Steckähren“ auf, die dadurch zustande kommen, daß die ganze Ähre in einem verwachsenen — „verbinsten“ — Blatt stecken bleibt und sich bei fortschreitender Entwicklung durch einen seitlichen Riß herauspreßt.
3. Bei sehr hohen Überdosierungen kann es zum Zusammenwachsen mehrerer Blattanlagen von Bestockungstrieben kommen, so daß einzelne Spreitenteile oder -säume aus der Blattfläche hervorragen.
4. Die in den Blattachseln angelegten Seitentriebe (Bestockungstriebe), die normalerweise nur zum kleinen Teil auswachsen, können durch hohe Wuchsstoffgaben zu verstärktem Trieb angeregt werden. Es entstehen „Nachschosser“, die dann zur Zeit der Reife noch grün sind und damit die Ernte erschweren. Die Häufigkeit der Nachschosser wird durch die Art der verwendeten Wuchsstoffe mit bestimmt.
5. Die gesamte Entwicklung der Getreidehalme kann zuweilen — wenn auch sehr selten — ebenfalls beeinflußt werden. Zwergiger Wuchs und Teilung der Halme wurden gefunden.
6. Häufiger sind „Knickungen“ der unteren Knoten von Bestockungstrieben, die auf Überdosierung oder auf Verwendung zu starker Wuchsstoff-Formen hindeuten.

Literatur

1. Andersen, S., Effects of 2,4 D on Ear Development in Borley. *Phys. Plant.* **7**, 1954, 517—522.
2. Bachthaler, G., Der Einfluß einer Überdosis 2,4 D und 2,4,5 T-Unkrautbekämpfungsmittel auf verschiedene Winterweizensorten. *Zeitschr. Pflanzenb. und -schutz* **6**, 1955, 40—48.
3. Dame, F., Getreideschäden durch unsachgemäße Anwendung von Unkrautmitteln auf Hormonbasis. *Nachrbl. deutsch. Pflanzenschutzd.* **2**, 1950, 92—93.
4. Derscheid, L. A., Physiological and morphological responses of Barley to 2,4-Dichlorphenoxyacetic Acid. *Plant physiol.* 1952, 121—134.
5. Hanf, M., Versuchserfahrungen mit U 46. *BASF-Mitt. f. d. Pflanzenschutz* 10/56.
6. —, Wuchsschädigungen und Mißbildungen bei Anwendung von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäurehaltigen Unkrautbekämpfungsmittel. *Ztschr. Pflanzenb. und -schutz* **2**, 1951, 146—162.
7. —, Die Wirkung wuchsstoffhaltiger Unkrautbekämpfungsmittel auf das Getreide unter besonderer Berücksichtigung von Anwendungszeit und Ernährungszustand. *Mitt. Biol. Bundesanst. H.* **85**, 1956, 189—193.
8. —, Über die Änderung der Blattformen von Dikotyledonen durch Dichlorphenoxyessigsäure (2,4 D). *Beitr. Biol. der Pflanzen*, **33**, 1957, 177—218.

9. Hochapfel, H., Ein Fall von Fahnenrispigkeit bei Hafer nach Anwendung von wuchsstoffhaltigen Unkrautbekämpfungsmitteln. Nachrbl. deutsch. Pflanzenschutzd. **2**, 1950, 58—60.
10. Kersting, F., Wuchsstoffanomalien bei Kulturgräsern durch wuchsstoffhaltige Unkrautbekämpfungsmittel. Nachrbl. deutsch. Pflanzenschutzd. **7**, 1955, 17—20.
11. Large, E. C., and Dillon Weston, W. A. R., Ear distortion in barley and other cereals caused by spraying with MCPA and 2,4-D. Jour. Agr. Sci. **41**, 1951, 338—349 (Ref.: Pflanzenschutzber. **10**, 1959, 93).
12. Longchamp, R., Roy, M., et Gautheret, R., Action de quelques hétéro-auxines sur la morphogénèse des céréales. Ann. Amélior. des Plantes **2**, 1952, 305—327.
13. Rademacher, B., Über den Einfluß von Kälteperioden auf die 2,4-D-Wirkung beim Hafer. Ztschr. Pflanzenkrankh. **62**, 1955, 166—174.
14. Schmidt, H. A., Ein Beitrag zur Folge der Beeinflussung des Winterweizens durch nicht zeitgerechte Anwendung hormonhaltiger Unkrautbekämpfungsmittel. Nachrbl. deutsch. Pflanzenschutzd. N. F. (33), **7**, 1953, 32—35.

Aus dem Biologischen Institut des VEB Fahlberg-List, Magdeburg SO

Untersuchungen über den Einfluß von Keimhemmungsmitteln (Carbanilsäureestern) auf das Kartoffelgewebe*)

Von

Wilhelm Nultsch

Bei den heute bekannten und in praxi angewandten Keimhemmungsmitteln der Kartoffel werden im allgemeinen, ihrem Wirkungsmechanismus nach, zwei Hauptgruppen unterschieden:

1. die Wuchsstoffe, die in Überdosierung eine Wachstumshemmung zur Folge haben, wie die Indolyl-, Naphthyl-, Naphthoxy- und Phenoxy-Verbindungen, und
2. die Narkotika, deren Wirkung in einer Hemmung von Atmungsfermenten bestehen soll. Hierher gehören die Carbanilsäureester, Halogenfettsäureester u. a.

Diesen ließe sich eine dritte Gruppe chemisch recht verschiedener Verbindungen anschließen, von deren vermutlicher Wirkungsweise noch keine genaueren Vorstellungen bestehen. Hier sind u. a. Tetrachlornitrobenzol (TCNB) und die höheren Alkohole zu nennen.

Während über die wirtschaftliche Bedeutung und praktische Eignung der einzelnen Mittel schon eine Reihe von Arbeiten vorliegen, ist die Zahl der Untersuchungen über ihre Wirkungsmechanik verhältnismäßig gering. Dies trifft besonders für die Carbanilsäureester zu, und es erscheint dringend erforderlich, diese Lücke zu schließen, um so mehr, als manche von seiten der Praxis immer wieder aufgeworfenen Fragen nur bei genauer Kenntnis der Wirkungsweise sicher beantwortet werden können. Im vorliegenden Falle sind es vor allem die beiden Fragen, ob und in welchem Maße die Carbanilsäureester im Verlaufe der monatelangen Lagerung von den behandelten Kartoffeln aufgenommen werden, und ob die carbanilsäureesterhaltigen Mittel auch für eine Behandlung von Saatkartoffeln geeignet sind. Durch diese Fragen veranlaßt, wandten wir uns der Untersuchung des Wirkungsmechanismus dieser Verbindungen zu. Über einen Teil der Ergebnisse sei nachstehend berichtet¹⁾.

Die Verwendung der Carbanilsäureester (= N-Phenyl-carbaminsäureester = Urethane) als Keimhemmungsmittel für Kartoffeln geht auf Dettweiler (1952 a, b) zurück. Dieser untersuchte systematisch die Vertreter verschiedener Stoffklassen (Urethane, Halogenfettsäureester, Thioharnstoffverbindungen u. a.) auf ihren keimhemmenden Einfluß bei Kartoffeln. Unter den von ihm als besonders wirksam gefundenen Ver-

*) Inhaltlich im wesentlichen identisch mit einem Vortrag mit gleichlautendem Thema, gehalten auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik im Juni 1957 in Heidelberg

1) Für die Mitarbeit an einem Teil der Versuche habe ich Frl. Dipl.-Biol. I. Grau, für technische Assistenz Frl. H. Weinmeister und Frl. V. Ventur zu danken. Für die Ausführung der photographischen Arbeiten bin ich Herrn R. Herrmann zu Dank verpflichtet.

bindungen führte sich zunächst das Phenylurethan (= Äthyl-N-phenyl-carbamat = APC = Carbanilsäureäthylester) am besten in die Praxis ein. Heute ist es jedoch allgemein durch das weit wirksamere Isopropyl-phenylurethan (= Isopropyl-N-phenyl-carbamat = IPC = Carbanilsäure-isopropylester) ersetzt²⁾.

Ausgehend von den Beobachtungen Warburgs (1910, 1911), daß die Sauerstoffaufnahme von roten Blutkörperchen und anderem biologischen Material bei Zusatz von Urethanen herabgesetzt wird, nimmt Dettweiler an, daß die Wirkung der Carbanilsäureester auch bei der Keimhemmung der Kartoffel in einer Beeinträchtigung der Atmung ihre Ursache habe. Er glaubt, eine Blockierung von Fermenten des Polyphenoloxydase-Systems, über das nach Boswell und Whiting (1938) etwa zwei Drittel der normalen Atmung der Kartoffelknolle verlaufen sollen, für die Atmungsverminderung verantwortlich machen zu können. Insbesondere denkt er an eine Hemmung der Dehydrogenasen, da eine solche für Urethane bekannt ist. Allerdings sind hierfür recht erhebliche Konzentrationen erforderlich, weshalb er einen Angriff der Carbanilsäureester auch an einer anderen Stelle des komplexen Fermentensystems für möglich hält. Experimentell stützt Dettweiler diese Fermenthemmungshypothese lediglich durch die Beobachtung, daß die Schnittflächen der mit diesen Mitteln behandelten Kartoffeln sich langsamer dunkel färben als die der unbehandelten Kontrollen. Cytologische Effekte, z. B. eine Mitosehemmung, wie sie für das auch als Herbizid angewandte IPC inzwischen bei anderen Pflanzen festgestellt wurde (Derenne 1953), hält Dettweiler, sofern er sie überhaupt in Betracht zieht, im Falle der Kartoffel für sekundär.

In unseren Untersuchungen führten wir zur Ermittlung der unter den Bedingungen des praktischen Versuches gerade noch wirksamen Grenzkonzentrationen Keimhemmungsversuche mit verschiedenen Konzentrationen der Carbanilsäureester sowie vergleichsweise mit TCNB und α -Menaphthyläther in Anlehnung an die von Dettweiler beschriebene Methodik durch.

Je 5 kg etwa gleich großer Kartoffeln (Saatkartoffelgröße) der Sorte „Aquila“ wurden in umgekehrt aufgestellte große Glasglocken gegeben und mit den zu prüfenden Mitteln in Aufwandsmengen von 200 g pro 100 kg eingepudert. Um die Keimruhe der frisch geernteten Kartoffeln zu unterbrechen, setzten wir jedem Gefäß mit behandelten Kartoffeln sowie einem Teil der Kontrollen 2 mM/Ltr. Äthylenchlorhydrin zu. Zur Abdeckung der Glocken diente ein stärkeres Papier, das am umgebogenen Glockenrand fest zugebunden wurde. Die Versuche wurden im Oktober angesetzt und ein halbes Jahr, den von Dettweiler gewählten Bedingungen gemäß, bei Zimmertemperatur (15–20°) gehalten. Von den einzelnen Mitteln kamen folgende Konzentrationen zur Anwendung: IPC 5, 3, 2, 1, 0,5 und 0,1 %ig, APC, TCNB und α -Menaphthyläther 5, 4, 3, 2, 1 und 0,5 %ig. Bei den hohen Lagerungstemperaturen waren stärkere Verluste durch Pilz- und Bakterienbefall nicht zu vermeiden, weshalb sich eine Ausdehnung der Versuchszeit über ein halbes Jahr hinaus als unzweckmäßig erwies.

²⁾ Der Einfachheit halber sind diese beiden Verbindungen nachfolgend mit den heute üblichen Abkürzungen APC und IPC bezeichnet.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind den Abb. 1 bis 4 zu entnehmen. Das IPC (Abb. 1) unterdrückte noch bei 0,5 %iger Einstellung (VII) die Keimung vollkommen, und auch bei 0,1 % (VIII) waren nur sehr wenige,



Abb. 1. Keimhemmungsversuche mit IPC, 6 Monate nach Versuchsbeginn. I. Unbehandelt, II. Äthylenchlorhydrinbehandelte Kontrolle. III. 5 %, IV. 3 %, V. 2 %, VI. 1 %, VII. 0,5 %, VIII. 0,1 %.



Abb. 2. Keimhemmungsversuch mit ÄPC. Kontrollen wie Abb. 1. III. 5 %, IV. 4 %, V. 3 %, VI. 2 %, VII. 1 %, VIII. 0,5 %.

in der Abbildung kaum sichtbare kurze Keime festzustellen. ÄPC (Abb. 2) erreichte die gleiche Wirkung erst bei 4–5 %iger Einstellung (III, IV), zeigte dagegen bei tieferen Konzentrationen (VII, VIII) sogar eine gewisse Förderung gegenüber der äthylenchlorhydrinbehandelten

Kontrolle (II). Die gänzlich unbehandelten Kontrollen waren bei Versuchsende durchweg recht schwach gekeimt (I). In Übereinstimmung mit Dettweilers Angaben wirkte also das IPC bei dieser Versuchsanordnung etwa 10mal besser als ÄPC, was als außerordentlich gut an-



Abb. 3. Keimhemmungsversuch mit TCNB. I.—VIII. wie Abb. 2.



Abb. 4. Keimhemmungsversuch mit α -Menaphthyläther. I.—VIII. wie Abb. 2.

zusehen ist. Es sei jedoch beiläufig bemerkt, daß dieses Wirkungsverhältnis sich unter anderen Versuchsbedingungen ändern kann, worauf an dieser Stelle aber nicht näher eingegangen werden soll. TCNB (Abb. 3) und α -Menaphthyläther (Abb. 4) versagten unter den ange-

gebenen Bedingungen vollkommen. Im Falle des α -Menaphthyläthers ist dies verständlich, da bei der hohen Versuchstemperatur der verhältnismäßig leicht flüchtige Wirkstoff verdampft, wodurch sehr bald unterschwellige, z. T. sogar stimulierend wirkende Konzentrationen (Abb. 4, V. VI) erreicht werden. Dieser Versuch beweist somit erneut, daß auch unter erschwerten Versuchsbedingungen die Carbanilsäureester und insbesondere das IPC die sicherste Wirkung haben.

Zur Prüfung der Dettweilerschen Fermenthemmungshypothese führten wir Messungen der Aktivität der Dehydrasen und Phenoloxidasen sowie der Atmungsintensität an carbanilsäureesterbehandeltem Kartoffelgewebe durch.

Dehydrasenversuche: Zur Bestimmung der Dehydrasenaktivität benutzten wir das Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC), das durch die Tätigkeit der Dehydrasen zu rotem Formazan reduziert wird (Pratt und Dufrenoy 1948). Mit dem Korkbohrer ausgestochene und auf 3 mm Dicke geschnittene Scheiben von Kartoffelgewebe wurden zu je 25 in 100 ml-Erlenmeyerkolben 24 Std. lang auf der Schüttelmaschine (etwa 100 Schüttelbewegungen pro Minute) der Einwirkung von je 20 ml Lösung abgestufter Konzentrationen (0,01 bis 0,06 bzw. 0,036 %) der beiden Carbanilsäureester ausgesetzt. Das Schütteln während der Einwirkung der Ester hatte sich als vorteilhaft erwiesen, da auf diese Weise die infolge der starken Absorption der Carbanilsäureester an das Gewebe in der Lösung entstehenden Konzentrationsdifferenzen leicht vermieden werden können. Sämtliche Kartoffelscheiben eines Ansatzes stammten aus einer Knolle, um individuelle Unterschiede auszuschalten. Zur Vermeidung unnötiger bakterieller Verunreinigungen arbeiteten wir unter möglichst sterilen Bedingungen. Nach Ablauf von 24 Std. wurde die Versuchslösung abgegossen und durch eine 0,1 %ige TTC-Lösung ersetzt. Nach 24stündigem Aufenthalt in der TTC-Lösung wurden die Gewebestücke zu je fünf möglichst klein geschnitten und mehrere Stunden lang unter häufigem Schütteln mit 5 ml 96 %igem Äthylalkohol extrahiert, bis das Gewebe farblos erschien. Das durch Reduktion aus dem TTC entstandene Formazan geht hierbei praktisch quantitativ in den Alkohol über. Die Extinktionswerte der alkoholischen Formazanlösungen wurden dann im Pulfrich-Photometer (Filter S 53) gegen reinen Alkohol bestimmt. Die Menge des gebildeten Formazans, ausgedrückt in Prozent der Kontrolle, diente als Maß für die Dehydrasenaktivität der verschieden behandelten Gewebe.

Entsprechende Versuche wurden mit Kartoffelkeimen durchgeführt, um mögliche Unterschiede in der Empfindlichkeit der beiden Gewebe gegenüber Carbanilsäureestern zu erfassen. Es kamen möglichst gesund aussehende Keime in einer Menge von 1 g pro Ansatz zur Verwendung, die in 1 cm lange Stücke geschnitten und der Länge nach einmal gespalten waren. Bei Versuchsbeginn wurden sie 60 Min. lang mit der Versuchslösung infiltriert. Im übrigen war die Behandlung die gleiche.

Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Bei den angegebenen Zahlen handelt es sich grundsätzlich um Mittelwerte aus mindestens drei Wiederholungen.

Die Dehydrasenhemmung setzt bei einer Konzentration von 0,02 % ein. Bei 0,06 % ist das Reduktionsvermögen des APC-behandelten Gewebes praktisch gleich Null. Etwa entsprechende Werte wurden mit IPC erhalten, doch liegt hier der Endwert bei einer Konzentration von 0,036 %, der Sättigungskonzentration des IPC, das schwerer löslich als

Tab. 1. TTC-Reduktion von Kartoffelgewebe nach 24stündiger Behandlung mit Carbanilsäureestern, angegeben in % der Kontrolle

Konzentration	%	0,01	0,02	0,03	0,036	0,04	0,05	0,06
Knolle	APC	115	104	70	—	33	3,5	0
Keime	APC	97	80	65	—	44	9	0
Knolle	IPC	133	105	65	29	—	—	—
Keime	IPC	95	89	53	37	—	—	—

ÄPC ist. Eine völlige Hemmung der TTC-Reduktion läßt sich mit IPC unter den gewählten Versuchsbedingungen daher nicht erreichen. Bei 0,01 % ist für beide Verbindungen eine deutliche Steigerung des TTC-Reduktionsvermögens festzustellen, die als Stimulationseffekt zu werten ist. Diese Stimulation ist auch an Schnitten durch derartig behandelte Gewebestücke kenntlich, da bei diesen in der Nähe des Randes eine Zone mit wesentlich intensiverer Rotfärbung auffällt.

Das Verhalten der Keime stimmt mit dem des Knollengewebes im wesentlichen überein. Auffällig ist in beiden Fällen die nicht nachweisbare Stimulation. Ergänzend sei noch bemerkt, daß die Einzelwerte der Messungen beim Arbeiten mit Keimen untereinander keineswegs so gut übereinstimmen wie beim Knollengewebe, da das verwandte Keimmaterial für einen Versuch von verschiedenen Kartoffeln genommen werden muß und daher naturgemäß recht uneinheitlich ist. So zeigen auch die Kontrollen untereinander erhebliche Abweichungen, weshalb sich nur nach mehrfacher Wiederholung einigermaßen sichere Schlüsse ziehen lassen.

Atmungsversuche: Gleich große und in gleicher Weise wie bei den TTC-Versuchen vorbehandelte Stücke von Kartoffelgewebe wurden nach Abschluß der Behandlung mit den beiden Carbanilsäureestern zu je fünf in die Reaktionsgefäße einer Warburg-Apparatur gegeben. Die Gewebeatmung wurde in der üblichen Weise nach zweistündiger Versuchsdauer gemessen. Jedes Reaktionsgefäß war mit soviel aqua dest. beschickt, daß die Gewebestücke völlig bedeckt waren und das Gesamtvolumen 3 ml betrug. Die Durchschnittswerte von je drei Versuchen sind in Tabelle 2 aufgeführt, in der der Sauerstoffverbrauch der behandelten Gewebe in Prozent der Kontrolle angegeben ist.

Tab. 2. Atmung von Kartoffelgewebe nach 24stündiger Behandlung mit Carbanilsäureestern, angegeben in % der Kontrolle

Konzentration	%	0,01	0,02	0,03	0,036	0,04	0,05	0,05
Knolle	APC	121	101	67	—	23	4,5	0
Keime	APC	129	95	74	—	26	12	0
Knolle	IPC	136	95	58	25	—	—	—
Keime	IPC	101	72	55	31	—	—	—

Vergleicht man die Tabellen 1 und 2, so stellt man fest, daß die Ergebnisse der TTC-Versuche recht gut mit denen der Atmungsversuche übereinstimmen. Bei gleichen Konzentrationen der Carbanilsäureester entspricht also die durch Inaktivierung der Dehydrasen verursachte

Verminderung der TTC-Reduktion der Herabsetzung des Sauerstoffverbrauches. Auch die Stimulation bei 0,01 % ist deutlich ausgeprägt, im Falle des ÄPC sogar bei den Keimen. Im übrigen gilt für die mit Keimen durchgeführten Versuche das bereits oben Gesagte.

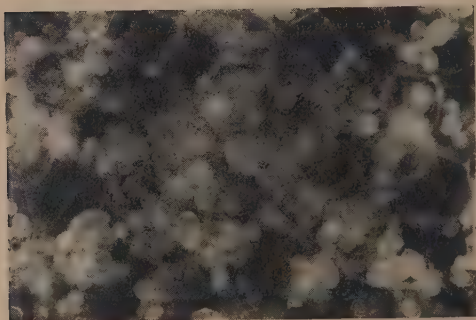
Diese Ergebnisse schienen zunächst Dettweilers Anschauungen zu bestätigen. Es fiel jedoch auf, daß das mit stärkeren Konzentrationen der Carbanilsäureester behandelte Kartoffelgewebe sich verfärbt und seine Turgeszenz verloren hatte, was auf ein Absterben der Zellen hindeutete. Diese Annahme konnte durch mikroskopische Untersuchungen bestätigt werden.

Mikroskopische Untersuchungen: Fluorochromiert man Schnitte durch unbehandeltes Kartoffelknollengewebe bei p_H 10–11 mit Acridinorange (Abb. 5 a), so zeigen die Zellen eine lebhaft rote Fluoreszenz des Zellsaftes. Diese Anfärbung erleichtert die Beobachtung der Plasmolyse, die von uns mit entsprechend gepufferter $ln-KNO_3$ -Lösung durchgeführt wurde. Bei Schnitten durch Gewebe, die 24 Std. mit einer 0,06 %igen Lösung von ÄPC behandelt waren, ließ sich dagegen weder die Fluorochromierung des Zellsaftes noch eine Plasmolyse nachweisen (Abb. 5 b), was als Beweis für die eingetretene Abtötung der Zellen anzusehen ist. Bei den zwischen 0,02 und 0,06 % bzw. 0,036 % liegenden Konzentrationen der beiden Carbanilsäureester ließ sich nach dieser Methode eine mit steigender Esterkonzentration breiter werdende Randzone toter Zellen gut von der in entsprechendem Maße kleiner werdenden zentralen Zone lebender Zellen unterscheiden, wobei sich die letztere etwa mit den TTC-reduzierten Gewebeanteilen deckte. In der Übergangszone zwischen dem lebenden und dem abgetöteten Gewebe kann man deutlich geschädigte Zellen nachweisen, die zwar gerade noch zu plasmolisieren sind, deren Zellsaft jedoch nur eine relativ schwache schmutzig-rote Färbung zeigt (Abb. 5 c).

Die mikroskopische Auszählung der lebenden und toten Zellen an Schnitten durch behandelte und unbehandelte Gewebe erbrachte den Beweis, daß der Prozentsatz der abgestorbenen Zellen mit der prozentualen Verminderung der Dehydrasenaktivität und der Atmung zahlenmäßig übereinstimmt. Die Ergebnisse sind in Abb. 6 für ÄPC und in Abb. 7 für IPC graphisch dargestellt. Auf der Abszisse sind die Konzentrationen der Carbanilsäureester, auf der Ordinate die auf die Kontrolle bezogenen Prozentsätze der Atmungsaktivität, des TTC-Reduktionsvermögens und der lebenden Zellen eingetragen. Aus dem gleichsinnigen Verlauf der Kurven ist zu entnehmen, daß sowohl die Dehydrasenhemmung als auch die Verminderung des O_2 -Umsatzes erst eintreten, wenn die Zellen bereits abgestorben oder zumindest schwer geschädigt sind, was auch für andere Zellgifte, z. B. Toluol, zutrifft. So hohe Carbanilsäureesterkonzentrationen werden jedoch unter den Bedingungen der Praxis selbst bei sehr langer Behandlungsdauer nicht erreicht, wie sich mit Hilfe der TTC-Reduktion leicht demonstrieren läßt.



a



b



c

Abb. 5. Schnitte durch das Gewebe der Kartoffelknolle, mit Acridinorange bei p_H 11 fluorochromiert und mit 1n- KNO_3 -Lösung plasmolysiert. a) unbehandelt, b) nach 24stündiger Einwirkung von 0,06 % APC. c) Übergangszone zwischen lebendem und abgetötetem Gewebe nach 24stündiger Einwirkung von 0,03 % IPC. Am unteren Rand stark geschädigte Zellen. (Fluoreszenzmikroskopisch 500mal).

Schneidet man nämlich 9 Monate lang mit 5 % APC oder IPC behandelte Kartoffeln in Scheiben und legt diese in eine 0,1%ige TTC-Lösung ein, so kann man bei den behandelten Kartoffeln keine Verminderung der Rotfärbung gegenüber der Kontrolle feststellen. Ebenso zeigten Atmungsmessungen an Gewebestücken von Kartoffeln, die ein halbes Jahr in der gleichen Weise behandelt waren, keine signifikanten Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Kartoffeln.

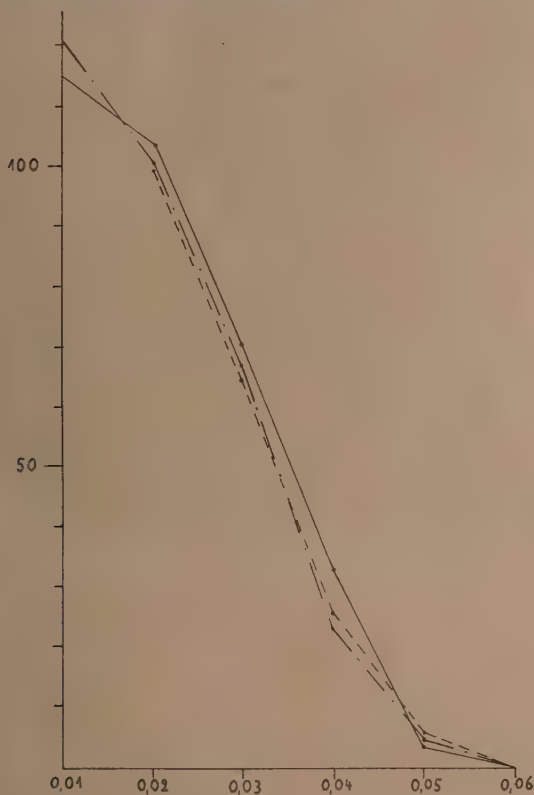


Abb. 6. TTC-Reduktion ———, Atmung - - - und Zahl der lebenden Zellen von Kartoffelknollengewebe nach 24stündiger Einwirkung verschiedener Konzentrationen (Abszisse) von APC, angegeben in % der Kontrolle (Ordinate).

Nach diesen Versuchen sind also die beiden Carbanilsäureester in höheren Konzentrationen auch für das Kartoffelgewebe ausgesprochene Zellgifte, die eine Verminderung der Dehydrasenaktivität und der Atmung erst dann verursachen, wenn die Zellen bereits schwer geschädigt oder abgestorben sind. Eine spezifische Dehydrasenhemmung als

wirksames Prinzip bei der Keimhemmung der Kartoffeln kommt daher für die Carbanilsäureester nicht in Betracht.

Versuche mit Phenoloxydasen: Da Dettweiler, wie oben bereits erwähnt, eine Hemmung des Polyphenoloxydasensystems auch an einer anderen Stelle für möglich hält, war noch an eine Hemmung der Phenoloxydasen selbst zu denken, und zwar um

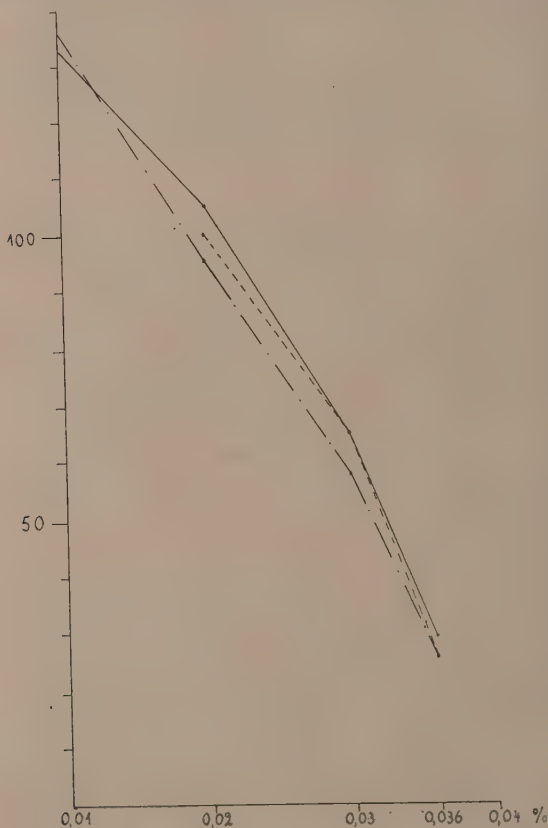


Abb. 7. Wie Abb. 6 nach 24stündiger Einwirkung von IPC.

so mehr, als nach Dettweiler auch dem Phenylthioharnstoff (PTII) eine keimhemmende Wirkung zukommt, dessen blockierende Wirkung auf Cu-Proteide ja bekannt ist (Goddard u. Holden 1950). Zur Prüfung dieser Frage wurden sowohl Agarplatten-Farbtteste als auch quantitative Messungen des Sauerstoffumsatzes in der Warburg-Apparatur durchgeführt.

Bei den orientierenden Agarplattentesten dienten verschiedene Mono- und Polyphenole, die einem 2%igen Agar in einer Konzentration von 0,1% zugesetzt waren, als Substrate für die Phenoloxydasen. Auf diese Platten wurden dann runde Fließpapierscheiben gelegt, die mit Kartoffelpreßsaft getränkt waren. Der Preßsaft wurde 15 Min. bei 2500 Upm zentrifugiert und dann in vier gleiche Portionen geteilt, von denen drei mit Hilfe eines elektromagnetischen Rührwerkes unter Luftabschluß 30 Min. lang mit IPC, APC und PTH (zum Vergleich) gesättigt wurden, während eine Portion als Kontrolle unbehandelt blieb. Es kamen folgende Substrate zur Anwendung: Phenol, p-Kresol, Brenzkatechin, Guajakol und Pyrogallol.

Wie die Abb. 8 zeigt, trat sowohl bei der Kontrolle als auch bei den mit IPC und APC behandelten Preßsäften bereits nach kurzer Zeit eine intensive Färbung gleicher Stärke auf, die je nach Substrat einen anderen Farbton hatte, während durch PTH das Auftreten einer Färbung ganz verhindert oder zum mindesten stark verzögert wurde.

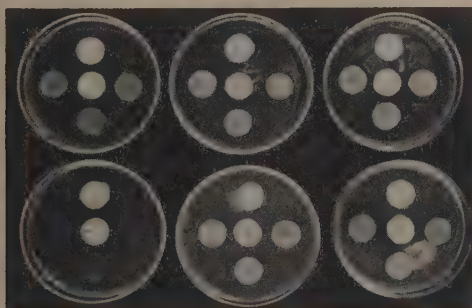


Abb. 8. Agarplattenfarbtest für Fermenthemmungsversuch mit Phenoloxydasen. Substrate in der Plattenfolge von links nach rechts, 1. Reihe: Guajakol, Pyrogallol, p-Kresol, 2. Reihe: Brenzkatechin, Kontrolle, Phenol. Folge der Fließpapierscheiben innerhalb einer Platte im Uhrzeigersinn, oben beginnend: PTH, APC, ohne Zusatz, IPC. Mitte: ohne Preßsaft.

Ganz entsprechende Ergebnisse brachten die Hauptversuche, in denen der Sauerstoffverbrauch von Kartoffelpreßsäften manometrisch in der Warburg-Apparatur gemessen wurde. Auch diese Preßsäfte wurden vor Versuchsbeginn in der oben angegebenen Weise mit IPC, APC und PTH gesättigt, zu je 2,9 ml in Reaktionsgefäße abgefüllt und mit verschiedenen Substraten in einer Menge von je 50 mg versetzt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Spalte mm^3 gibt jeweils den Sauerstoffverbrauch von 1 cm^3 Preßsaft pro 10 Min. in mm^3 als Durchschnittswert aus mehreren Ablesungen innerhalb 1 Stunde nach Versuchsbeginn an, während in der Spalte % der gleiche Wert, ausgedrückt in % der jeweiligen Kontrolle, wiedergegeben ist.

Tab. 3. Einfluß von IPC, APC und PTH auf die Aktivität der Phenoloxydasen von Kartoffelpreßsaft

Substrat	Kontrolle		IPC		APC		PTH	
	mm ³	%	mm ³	%	mm ³	%	mm ³	%
ohne	6,1	100	6,2	101,6	5,9	96,7	3,1	50,8
Tyrosin	10,4	100	10,0	96,4	8,0	77,3	0,9	8,9
Phenol	22,3	100	24,1	108,2	26,8	120,3	3,3	14,7
p-Kresol	26,6	100	29,9	112,4	26,8	100,8	9,3	35,0
Brenzkatechin	14,2	100	16,2	114,3	17,2	121,7	2,2	15,3
Pyrogallol	31,9	100	33,0	103,5	33,7	105,6	9,9	31,3
Guajakol	15,8	100	16,9	107,0	14,8	93,5	7,7	48,6
Hydrochinon	13,9	100	12,9	92,3	14,7	105,7	6,1	43,5
Durchschnitt %		100		104,4		102,7		31,0

Auch in diesen Versuchen lassen IPC und APC die Sauerstoffaufnahme praktisch unbeeinflusst. Daß die Werte im Vergleich zur Kontrolle in einzelnen Fällen sowohl nach oben als auch nach unten abweichen, ist durch die oben beschriebene Vorbehandlung bedingt, im Verlaufe derer auch bei raschem Arbeiten und bei Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln ein unterschiedlicher Gehalt an Eigensubstrat in den einzelnen Ansätzen nicht zu vermeiden ist. Die für alle Substrate errechneten Durchschnittswerte von 104,4 % bei IPC und 102,7 % bei APC demonstrieren jedoch eine gute Übereinstimmung mit der Kontrolle. Im Gegensatz hierzu zeigt PTH eine starke Hemmung des Sauerstoffumsatzes, die für die einzelnen Substrate eine Verminderung der verbrauchten O₂-Menge um 50 bis 90 %, im Durchschnitt um 69 % zur Folge hat. In vitro beeinflussen also IPC und APC in gesättigter Lösung die Aktivität der Phenoloxidasen nicht, während sich PTH, dessen Löslichkeit mit 0,003 % noch um etwa eine Zehnerpotenz geringer ist als die des IPC, als hochwirksam erweist.

Da nun die Unwirksamkeit einer Substanz auf ein Ferment in vitro noch kein Beweis dafür ist, daß das komplexe Fermentsystem in vivo sich ebenso verhalten muß (vgl. Berger und Avery 1943), wurde ein weiterer Versuch durchgeführt, der sich im Prinzip an die oben beschriebenen Atmungsversuche mit Kartoffelstücken anlehnt.

Die Kartoffelstücken wurden in der angegebenen Weise mit einer 0,06 %igen Lösung von APC bzw. einer gesättigten Lösung von IPC behandelt. Ein Teil der Stücke wurde unzerteilt, ein anderer Teil nach Zerkleinern und Zentrifugieren als Preßsaft in die Reaktionsgefäße einer Warburg-Apparatur gegeben und teils mit, teils ohne Zusatz von Guajakol als Substrat geschüttelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 wiedergegeben. In der ersten Spalte ist jeweils wieder der O₂-Verbrauch in mm³ angegeben, und zwar bei Stücken für die Zeit von 60 Min., bei Preßsaft für 10 Min. Die zweite Spalte drückt diese Werte in Prozent der Kontrolle aus.

Während sich die Stücke ohne Guajakol-Zusatz wie üblich verhielten, d. h. bei Behandlung mit IPC und APC eine der Konzentration entsprechende Verminderung des Sauerstoffverbrauches zeigten, erreichte

Tab. 4. Einfluß von Guajakol-Zusatz auf den Sauerstoffverbrauch von Kartoffelgewebe und Kartoffelpreßsaft nach vorhergegangener 24stündiger Behandlung mit Carbanilsäureestern

	Guajakol	Kontrolle		IPC 0,036 ‰		APC 0,06 ‰	
		mm ³	‰	mm ³	‰	mm ³	‰
Stücken	ohne	56,5	100	13,6	24,0	0,9	1,7
Stücken	mit	84,0	100	74,1	88,2	79,0	94,0
Preßsaft	ohne	13,0	100	1,9	14,5	1,5	11,3
Preßsaft	mit	21,5	100	15,5	72,4	14,8	68,9

der O₂-Umsatz der gleichbehandelten Stücken nach Zusatz von Guajakol als Substrat fast den Wert der Kontrolle. Ein entsprechendes Bild ergab sich bei Preßsäften. Hier fällt auf, daß der O₂-Verbrauch der Preßsäfte, die aus behandeltem Gewebe hergestellt waren, viel geringer ist als bei der Kontrolle, während die aus unbehandeltem Gewebe hergestellten und erst nachträglich mit Carbanilsäureestern behandelten Preßsäfte (Tab. 3, 1. Spalte) keine Unterschiede gegenüber der Kontrolle zeigen. Die Ursache hierfür ist jedoch nicht in einer Beeinträchtigung der Oxydasen zu suchen, wie das starke Ansteigen des Sauerstoffverbrauches nach Guajakol-Zusatz beweist. Sie dürfte vielmehr auf die Verarmung des behandelten Gewebes an Eigensubstrat zurückzuführen sein, die eine notwendige Folge der Inaktivierung der Dehydrasen im abgetöteten Gewebe ist. Der dadurch verursachte Unterschied in der Menge des oxydablen Eigensubstrates ist wohl auch der Grund dafür, daß die Werte der Kontrollen von den carbanilsäureesterbehandelten Geweben und Preßsäften nach Zusatz von Guajakol nicht ganz erreicht werden. Eine Blockierung der Phenoloxidasen ist also auch bei dieser Versuchsanordnung nicht nachweisbar.

Nun beruhen die Anschauungen Dettweilers, wie eingangs erwähnt, auf seiner Beobachtung, daß die Schnittflächen von Kartoffeln, die längere Zeit mit Carbanilsäureestern behandelt worden waren, sich langsamer und mit anderer Tönung dunkel verfärben als die unbehandelten und gekeimten Kontrollen. Ähnliche Beobachtungen machte er bei Versuchen mit Kartoffelreibsel. Es erschien uns daher angebracht, diesen Versuch zu wiederholen.

Kartoffeln, die in der bei den Keimhemmungsversuchen beschriebenen Weise 9 Monate lang mit 5 ‰ IPC bzw. APC behandelt waren, außerdem stark gekeimte Kartoffeln aus der unter gleichen Bedingungen gehaltenen Kontrolle und unbehandelte, durch kühle Lagerung am Austreiben gehinderte Kartoffeln wurden zerrieben, in flache Petrischalen gegeben und längere Zeit an der Luft stehen gelassen.

Wie die Abb. 9 zeigt, färbte sich der aus carbanilsäureesterbehandelten, ungekeimten Kartoffeln hergestellte Brei (II, III) langsamer als der aus unbehandelten, gekeimten Kartoffeln (IV). Bemerkenswerterweise trat jedoch die Färbung bei dem aus dem kühl gelagerten, unbehandelten

Kartoffeln bereiteten Brei (I) noch sehr viel langsamer ein. Sehen wir davon ab, daß bei ungekeimten Kartoffeln der erheblich höhere Wassergehalt dem Sauerstoff den Zutritt erschweren und so die Färbung verzögern kann, so ist es doch ohne weiteres einleuchtend, daß eine in Keimung befindliche Knolle eine größere Fermentaktivität besitzt als eine ruhende, weshalb sich ihr Gewebe rascher färbt. Die schwächere Färbung der nicht gekeimten Kartoffeln kann somit zwar durchaus als eine Folge des „Nicht-Gekeimtseins“, nicht aber als eine Folge der chemischen Behandlung, geschweige denn als ein Beweis für eine Blockierung des Phenoloxidasystems aufgefaßt werden.



Abb. 9. Versuch über die Verfärbungsdauer von Brei aus verschieden behandelten Kartoffeln, etwa eine Stunde nach Versuchsbeginn: I. Ungekeimt, kühl gelagert, II. APC-behandelt, III. IPC-behandelt, IV. stark gekeimt, unbehandelt.

Wenn wir nach diesen Ergebnissen die von Dettweiler angenommene Blockierung von den an der Atmung beteiligten Fermenten weder für die Dehydrasen noch für die Phenoloxidasen bestätigen können (eine Beeinträchtigung der Cytochromoxydase hält Dettweiler selbst für unwahrscheinlich), so ergibt sich natürlich die Frage, welcher Wirkungsmechanismus bei der Keimhemmung dann anzunehmen ist. Wenn sich hierüber auch noch nichts Sicheres aussagen läßt, so könnten doch vor allem zwei Faktoren in Betracht kommen: die Zellgiftwirkung und die Mitosegiftwirkung der Carbanilsäureester.

Der erste Fall, der allerdings vorwiegend für die hohen, jede Keimung unterbindenden Konzentrationen von Bedeutung sein dürfte, ist nach der Feststellung, daß die Carbanilsäureester auch für das Keim- und Knollengewebe der Kartoffel eine erhebliche Zellgiftwirkung besitzen, durchaus wahrscheinlich. Darüber hinaus ließe sich diese Annahme noch durch die folgenden Beobachtungen stützen:

Setzt man bereits gekeimte Kartoffeln dem Einfluß wirksamer Carbanilsäureesterkonzentrationen (z. B. 5 %) aus, so sterben die Keime nach kurzer Zeit ab (Abb. 10). Dieser Absterbeprozess beginnt von der Spitze her (Abb. 11), erfaßt also zunächst die jüngeren und empfind-

licheren Gewebepartien. Übrigens zeigen die absterbenden Keime eine intensiv schwarze Färbung, was ein weiterer Beweis für die unverminderte Aktivität der Phenoloxidasen ist.

Auch der folgende Versuch, den wir im Rahmen unserer eingangs beschriebenen Keimhemmungsversuche durchführten, ließe sich in diesem Sinne deuten: Nach einer Behandlungszeit von 3 Monaten wurde



Abb. 10. Absterben von Kartoffelkeimen nach Behandlung mit 5 % IPC.



Abb. 11. Durch IPC-Einwirkung von der Spitze her absterbende Kartoffelkeime.

ein Teil der Kartoffeln jedes Ansatzes den Glasglocken entnommen, mit der Handbürste abgescheuert, mehrfach gewaschen und dann in sauberen Gefäßen weitere 3 Monate unter den gleichen Bedingungen, aber ohne Zusatz von Keimhemmungsmitteln, gehalten.

Tab. 5. Keimversuche mit 3 Monate lang behandelten Kartoffeln

Art der Behandlung	Dauer Monate	Keimung bei							
		0,1%	0,5%	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%	
Konservierung mit APC	3	+++	+++	+++	++	+	○	○	
APC entfernt	3	+++	+++	+++	++	+	○	○	
In Erde ausgelegt	2	+++	+++	+++	+++	○	○	○	
Konservierung mit IPC	3	+	○	○	○	○	○	○	
IPC entfernt	3	+	○	○	○	○	○	○	
In Erde ausgelegt	2	○	○	○	○	○	○	○	

Zeichenerklärung. +++ sehr stark, ++ stark, + mäßig, +! schwach, ○ nicht gekeimt.

Wie die Tabelle 5 zeigt, änderte sich das Keimungsergebnis nicht. Nach weiteren 3 Monaten wurden diese Kartoffeln daher im Gewächshaus in feuchter Erde ausgelegt und mehrere Wochen beobachtet. Wie

den entsprechenden Spalten der Tabelle 5 zu entnehmen ist, zeigten sich auch jetzt keine wesentlichen Veränderungen mehr, abgesehen davon, daß die in den Gefäßen noch schwach gekeimten Kartoffeln (IPC 0,1 und APC 3 %) nunmehr überhaupt nicht mehr wuchsen und nicht auf-liefen. Dieser Versuch beweist, daß die Bindung der Carbanilsäure-ester an das Gewebe der Keime und damit auch die Keimhemmung irreversibel war.

Wenn auch diese Beobachtungen für eine Zellgiftwirkung der Carbanil-säureester bei der Kartoffelkonservierung sprechen, so konnte doch ein direkter Nachweis des Absterbens der Augen bisher noch nicht erbracht werden. Auch läßt sich die in den Grenzkonzentrationen eintretende Verlangsamung des Wachstums auf diese Weise nicht befriedigend er-klären. Es liegt deshalb nahe, den von Dettweiler als sekundär angesehenen Effekt der Mitosehemmung als mögliche Ursache anzu-nehmen. Die Wirkung des IPC und anderer Urethane auf mitotische Teilungen ist seit längerem bekannt (Lefèvre 1939, Küster 1947, Hohl 1947, Derenne 1953 u. a.) und bei verschiedenen Pflan-zen nachgewiesen. Es ist daher schwer verständlich, warum gerade die Kartoffel eine Ausnahme machen sollte. Die endgültige Klärung dieser Frage muß jedoch weiteren Versuchen vorbehalten bleiben, die derzeit von uns in Angriff genommen sind.

Anschließend sollen noch die aus diesen Versuchen resultierenden Antworten auf die beiden eingangs aufgeworfenen Fragen gegeben werden:

Es konnte nachgewiesen werden, daß das Eindringen der Carbanil-säureester in das Gewebe der Kartoffelknolle keine Voraussetzung für die Hemmung der Keime ist. Selbst bei langer Lagerungsdauer werden sie nicht in biologisch nachweisbarer Menge aufgenommen, geschweige denn in dem von Dettweiler angenommenen, für eine Dehydrasen-hemmung erforderlichen Maße gespeichert. Ihr Angriff dürfte sich viel-mehr ausschließlich gegen die Augen bzw. Keime selbst richten. Dieser Befund ist in nahrungsmittelhygienischer Hinsicht von besonderem In-teresse, da die Carbanilsäureester zu den Verbindungen gehören, die bei der Hydrolyse Anilin abspalten, weshalb gegen ihre Anwendung zur Kartoffelkonservierung von Offe (1950) gewisse Bedenken geltend gemacht worden sind. Wenn diese Einwände auch auf Grund der Unter-suchungen Huepers (1951) an Gewicht verloren haben, so würden doch alle Bedenken in dem Moment gegenstandslos, wo nachgewiesen ist, daß diese Verbindungen nicht oder wenigstens nicht in nennenswertem Maße von der Kartoffelknolle aufgenommen werden. Dies scheint nun tatsächlich der Fall zu sein, doch bedürfen diese biologischen Befunde noch der Bestätigung durch chemische Nachweisverfahren. Derartige Untersuchungen werden von uns z. Z. durchgeführt.

Vor einer Behandlung von Saatkartoffeln mit carbanilsäureester-haltigen Keimhemmungsmitteln, die nach Dettweilers Ansicht durchaus möglich ist, muß dringend gewarnt werden. Es soll zwar nicht

bestritten werden, daß nur kurze Zeit bzw. mit geringen Mengen der Mittel behandelte Kartoffeln ihre Keimfähigkeit behalten können, doch ist eine so exakte Einhaltung der Aufwandmenge des Mittels wie auch der Behandlungszeit, die beide wieder noch von anderen Faktoren (Lagerungsbedingungen, Kartoffelsorte, Reifezustand bei der Ernte u.a.) abhängen, in praxi nicht immer möglich, weshalb sich infolge der starken Zellgiftwirkung der genannten Mittel verheerende Folgen für das Saatgut einstellen können. Die carbanilsäureesterhaltigen Mittel sollten daher nur bei Speise- und Futterkartoffeln angewandt werden. Auf diesem Gebiet sind sie allen anderen Mitteln sowohl hinsichtlich des Wirkungsgrades als auch in ihrer sicheren und von Außenfaktoren unabhängigen Wirkung überlegen.

Zusammenfassung

In Verfolgung der von Dettweiler vertretenen Hypothese der Hemmung von Atmungsfermenten durch die Carbanilsäureester bei der Keimhemmung der Kartoffeln wurden Untersuchungen über den Einfluß dieser Verbindungen auf das Gewebe von Kartoffelknollen und -keimen durchgeführt. Versuche zur Dehydrasenhemmung mit Hilfe eines quantitativen TTC-Testes, manometrische Messungen des Sauerstoffverbrauches in der Warburg-Apparatur und mikroskopische Untersuchungen des zellphysiologischen Zustandes behandelter Gewebe mit Hilfe von Plasmolyse und Acridinorange-Fluorochromierung erbrachten den Nachweis, daß eine Beeinträchtigung der Dehydrasenaktivität und der Atmung erst dann eintritt, wenn die Carbanilsäureester die Zellen bereits schwer geschädigt oder abgetötet haben, d. h. also, daß sie sich wie Zellgifte und nicht wie spezifische Fermentgifte verhalten. Mit Farbstesten und manometrischen Messungen in vitro und in vivo konnte auch eine Hemmung von Phenoloxidasen durch die Carbanilsäureester ausgeschlossen werden. Danach kann die Fermenthemmungshypothese Dettweilers nicht mehr aufrecht erhalten werden. Andere Möglichkeiten der Wirkungsweise bei der Keimhemmung werden diskutiert (Zell- und Mitosegiftwirkung). Auf die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Praxis (Saatgutbehandlung) und die Nahrungsmittelhygiene wird hingewiesen.

Literatur

- Berger, J., and Avery, G. S., Action of synthetic auxins and inhibitors on dehydrogenases of the *Avena* coleoptile. *Am. J. Bot.* **30**, 1943, 297.
- Boswell, J. G., and Withing, G. C., A study of the polyphenol oxidase system in potato tubers. *Ann. Bot. NS* **2**, 1938, 847.
- Derenne, P., Effets morphologiques, physiologiques et cytologiques dus à l'action de l'isopropylphénylcarbamate sur les genres *Allium*, *Vicia* et *Hordeum*. *Bull. de l'inst. Agron. et des Stat. de Rech. de Gembloux* **21**, 1953, 37.
- Dettweiler, Chr., Keimhemmungsmittel und Physiologie der Kartoffelknolle. *Mitt. Biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem H.* **74**, 1952 a, 90.

Dettweiler, Chr., Zusammenhänge zwischen Austreiben und Atmung bei der Kartoffelknolle. I. Mitt. Die Hemmung des Austreibens durch Fermentinhibitoren, insbesondere Urethane. *Planta* 41, 1952 b, 214.

Goddard, D. R., and Holden, C., Cytochrome oxidase in the potato tuber. *Arch. Biochem.* 27, 1950, 41.

Hohl, K., Die Beeinflussung der Mitose durch Urethan. *Experientia* 3, 1947, 109.

* Hueper, W. C., Carcinogenic studies on isopropyl-N-phenyl-carbamate. Cancer Control Branch, Federal Security Agency, Nat. Cancer Inst. 1951.

Küster, F., Urethan als Mitosegift, *Klin. Wochenschr.* 1947, 664.

Lefèvre, J., Similitude des actions cytologiques exercées per le phenyl-urethane et la colchicine sur les plantules vegetales. *C. r. Acad. Sci. Paris* 208, 1939, 301.

Offe, H. A., Neue Pflanzenwuchs- und Hemmstoffe. *Angew. Chem.* 62, 1950, 435.

Pratt, R., and Dufrenoy, J., Triphenyltetrazolium chloride, a valuable reagent in stain technology. *Stain Technol.* 23, 1948, 137.

Warburg, O., Über die Beeinflussung der Oxydationen in lebenden Zellen nach Versuchen an roten Blutkörperchen. *Ztschr. Physiol. Chem.* 69, 1910, 452.

—, Über Beeinflussung der Sauerstoffatmung. *Ibid.* 70, 1911, 413.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität
Göttingen

Direktor: Professor Dr. A. Scheibe

Untersuchungen über den Ährchensitz bei *Alopecurus pratensis* L.

Von

Klaus Wöhrmann

mit 5 Abbildungen

Der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis* L.), ein in der Landwirtschaft sehr geschätztes Wiesengras, zeigt bezüglich seines lockeren Ährchensitzes ausgesprochenen Wildcharakter. Schon kurz nach der Reife lösen sich die Ährchen aus den Infloreszenzen und erschweren somit außerordentlich die Samenernte. Die hierdurch bedingten Schwierigkeiten bei der Züchtung und dem Samenbau finden ihren Niederschlag in der geringen Anzahl zugelassener Zuchtsorten sowie in den hohen Saatgutpreisen. In umfangreichen Nachkommenschaften röntgenbestrahlter *Alopecurus*-Pflanzen (Wöhrmann, 4) wurden 1954 einige Typen mit „festsitzenden“ Ährchen gefunden. Die anatomische und morphologische Untersuchung dieser Formen erlaubte einen Einblick in den Mechanismus des Ährchenabwurfs dieser Spezies, über den in der vorliegenden Arbeit berichtet werden soll.

Untersuchungsergebnisse

Die Infloreszenzen des Wiesenfuchsschwanzes stellen in den akropetalen Regionen eine Scheinähre dar. Sie können aber in den basipetalen Zonen traubig bis rispig verzweigt sein. Die einzelnen Ährchen sind also in jedem Fall durch ein mehr oder minder langes Stielchen von der eigentlichen Spindel getrennt. Die Trennungszone zwischen Ährchen und Stielchen, in der unmittelbar nach der Reife der Bruch erfolgt, ist schon makroskopisch durch einen deutlichen Wulst gekennzeichnet. Der Wulst bildet eine Pfanne, in die die halbkugelförmige Ährchenbasis eingelagert ist (Abb. 1). Es handelt sich hier also weder um eine echte Spindelbrüchigkeit, wie es z. B. bei *Triticum*-Arten bekannt ist und von Zimmermann (5) anatomisch und morphologisch untersucht wurde, noch um einen „festen“ oder „losen“ Kornsit. Die eigentliche Spindel verbleibt beim Wiesenfuchsschwanz nach dem Abfall der Ährchen am absterbenden Halm und zerfällt nicht. Ebenso wird in jedem Fall die Karyopse von den zum Teil verwachsenen Hüllspelzen und der Deckspelze umschlossen, die somit ein Ausfallen der Frucht aus den Spelzen verhindern. Die Bezeichnung „fester“ bzw. „loser“ Ährchensitz dürfte daher die Verhältnisse beim Wiesenfuchsschwanz am treffendsten kennzeichnen.

Zur Zeit des Ährchenabfalls zeigen die Halme normaler Pflanzen in der Regel noch keinerlei Anzeichen, die auf ein Absterben der ährentragenden Organe hinweisen. Erst nach dem Verlust der Ährchen setzt eine mit dem Alter der Pflanze fortschreitende Vergilbung des obersten Halminternodiums sowie der Halmblätter ein. Von diesem Normal-Typus unterschieden sich auffällig vier in unserem röntgenbehandelten Material beobachtete Pflanzen, die ihre Ährchen noch fest-



Abb. 1. Ährchen und Stielchen von *Alopecurus pratensis*. Die halbkugelförmige Ährchenbasis ist vor dem Bruch in die von dem Wulst des Stielchens gebildete Pfanne eingelagert.

hielten, als die Halme bereits Absterbeerscheinungen aufwiesen. Zwei von ihnen zeigten zur Zeit des Ährchenfalles vollkommen vergilbte obere Halminternodien, die übrigen zwei Individuen hielten auch dann die Ährchen noch fest, als die Halmblätter bereits abgestorben waren.

Eine morphologische Variabilität der Trennungszone zwischen Ährchen und Stielchen, wie sie etwa beim Hafer bekannt ist, wurde bei den eben erwähnten, relativ lang festsitzenden Formen nicht beobachtet; es trat vielmehr durchgehend bei allen Pflanzen eine gleichmäßige, für den Wiesenfuchsschwanz typische Ausbildung der Trennungszone auf.

In mikroskopischen Untersuchungen wurde nun die Anatomie der Trennungslinie normaler und der sich nach der Reife unterschiedlich verhaltenden Typen untersucht. Als Kontrollpflanzen wurden je eine

normale Pflanze aus dem Feldbestand und einer benachbarten Wiese herangezogen. Von diesen Individuen wurden Ähren in verschiedenen Entwicklungsstadien (Schoßstadium, Blütezeit, Zwischenstadium bis zur Reife, Vorreifestadium) in einem Gemisch von Alkohol : Formalin : Eisessig = 6 : 3 : 1 fixiert, später die Ährchen mit Stielchen in Paraffin eingebettet (R o m e i s, 3) und Mikrotomschnitte mit dem Bandschnittmikrotom der Sartorius-Werke von 20 μ Dicke angefertigt. Die Schnitte wurden mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain anfärbt und die Lignine mit Phloroglucinol von Merck nachgewiesen.

In Abbildung 2 ist ein Schnitt durch die Trennungszone zwischen Ährchen und Stielchen einer normalen *Alopecurus*-Pflanze zur Zeit des Ährenschiebens dargestellt. Zwischen Epidermis und Leitungsbahnen



Abb. 2. Medianschnitt durch die Trennungszone zwischen Ährchen und Stielchen von *Alopecurus pratensis* zur Zeit des Ährenschiebens. Das Trennungsgewebe ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

sind im Stielchen langgestreckte Zellen ausgebildet. Mit Beginn der schon makroskopisch sichtbaren Verbreiterung des Stielchens sind mehr oder minder isodiametrische Zellen nachzuweisen. Sie grenzen unmittelbar an das eigentliche Trennungsgewebe, das von vier Zellschichten gebildet wird und aus relativ kleinen isodiametrischen oder parallel der Trennungslinie etwas gestreckten Zellen besteht (Abb. 2, Pfeil). Auf dieses Separationsgewebe, das für den späteren Bruch des Ährchens verantwortlich ist, folgen im Ährchen in apikaler Reihenfolge wiederum großlumigere mehr oder minder isodiametrische Zellen, die besonders in den peripheren Zonen des Ährchens bald in langgestreckte Zellelemente übergehen. Im Zentrum des Stielchens wird die Trennungslinie durch den Verlauf des Leitgewebes unterbrochen.

Die in Abbildung 2 dargestellte Gewebegliederung ist schon zur Zeit des Ährnschiebens in der beschriebenen Weise ausdifferenziert und wird bis zur Reife des Ährchens nicht mehr verändert. Ob es sich bei *A. pratensis* um ein primäres oder sekundäres Separationsgewebe handelt, konnte nicht entschieden werden, weil Untersuchungen ganz früher ontogenetischer Stadien nicht vorgenommen wurden. Sekundäre Trennungsgewebe innerhalb der Ähre sind bei Gramineen von Markgraf (1) an *Aegilops triaristata* beschrieben worden, die sich aber in ihrer Gewebestruktur grundsätzlich von denen des Wiesenfuchsschwanzes unterscheiden.

Im Laufe der weiteren Entwicklung erfahren die Zellen der Trennungszone normaler Pflanzen eine deutliche Membranverdickung.

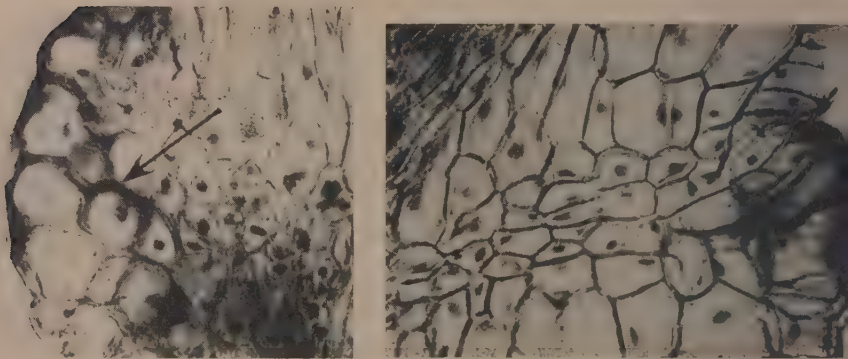


Abb. 3. Schnitte durch die Trennungszone zwischen Ährchen und Stielchen einer Pflanze mit „losem“ (links) und „festem“ Ährchensitz (rechts). Die im linken Schnitt zu beobachtenden Membranverdickungen im Trennungsgewebe (Pfeil) sind rechts nicht nachzuweisen.

die nachweislich zur Zeit der Blüte einsetzt. Diese Verstärkung der Zellwände nimmt bis zur Samenreife ständig zu und läßt die von den Zellen ausgebildeten Tüpfel mehr und mehr in Erscheinung treten. Gleichzeitig werden Holzstoffe eingelagert, die mit Phloroglucinol nachzuweisen sind. Für normale Ährchen erweist es sich nun als charakteristisch, daß nicht alle Zellen der Trennungszone von dieser sekundären Lignineinlagerung betroffen werden, sondern nur die Zellen des Stielchens sowie die ihnen benachbarten zwei Zellschichten des Trennungsgewebes (Abb. 3, links, Pfeil).

Entlang der durch die Verholzung deutlich in Erscheinung tretenden Trennungslinie trennen sich die Ährchen in der Weise, daß die sklerotisierten Gewebeteile beim Stielchen verbleiben. Einen Hinweis für diese Art des Bruches liefert Abbildung 4. Es handelt sich hierbei um ein kurz vor der Reife stehendes Ährchen, bei dem zwischen Stielchen und Ährchen entlang den verholzten Zellen bereits eine partielle Trennung eingetreten ist. Es mag dahingestellt sein, ob die Trennung be-

reits zur Zeit der Fixierung realisiert war oder ob sie durch mechanische Beeinflussung bei der Präparation der Schnitte entstanden ist. Die Bearbeitung dieser Präparate zeigte, daß die Trennung innerhalb des Trennungsgewebes, vorwiegend schizogen von außen her in Richtung auf das Zentrum des Stielchens erfolgt. Die Leitgewebe werden dagegen rhexigen getrennt. Am Ährchen selbst verbleiben nach der Trennung unzerstörte und nicht verholzte Zellen.

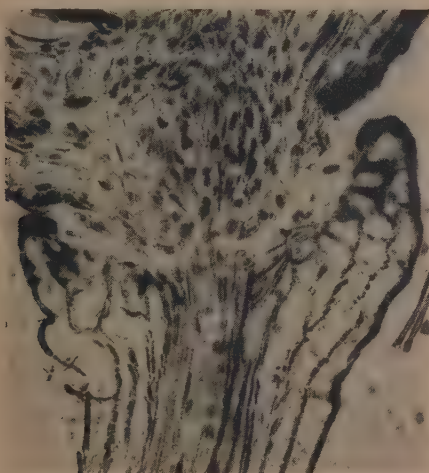


Abb. 4. Medianschnitt durch die Trennungszone eines reifen Ährchens einer normal abwerfenden Pflanze. Die Trennung ist in typischer Weise partiell erfolgt.

Die vier nach Röntgenbehandlung aufgetretenen Pflanzen mit einem verspäteten Ährchenabfall hingegen wiesen deutliche mikroskopisch nachweisbare Differenzen gegenüber den normalen Individuen auf. Es war wohl auch hier die Trennungszone bereits beim Ährschieben in typischer Weise ausdifferenziert, eine mit dem Blütenstadium einsetzende Membranverdickung und sekundäre Lignineinlagerung war jedoch in keinem Falle nachzuweisen. In Abbildung 3 (links) ist ein Schnitt durch ein normales Ährchen — zur Zeit der Reife fixiert — einem vergleichbaren Schnitt durch ein „festsitzendes“ Ährchen gegenübergestellt (rechts). In der linken Abbildung treten deutlich die verdickten Zellwände in Erscheinung (Pfeil), die im rechten Schnitt nicht nachzuweisen sind.

Noch deutlicher werden die Unterschiede nach einer Färbung mit dem typischen Holzreagenz Phloroglucinol. Die Abbildung 5 stellt Tangential-schnitte durch ein abfallendes (links) und ein „festsitzendes“ Ährchen (rechts) dar. In ganz typischer Weise werden bei dem „abfallenden“

Ährchen die Zellkomplexe der nicht verholzten Ährchenbasis von der Färbung ausgenommen. Nur die Zellen des Stielchens zeigen bis zur Trennungslinie eine auffallende Färbung (links), die im Schnitt durch das „festsitzende“ Ährchen (rechts) nur angedeutet erscheint.

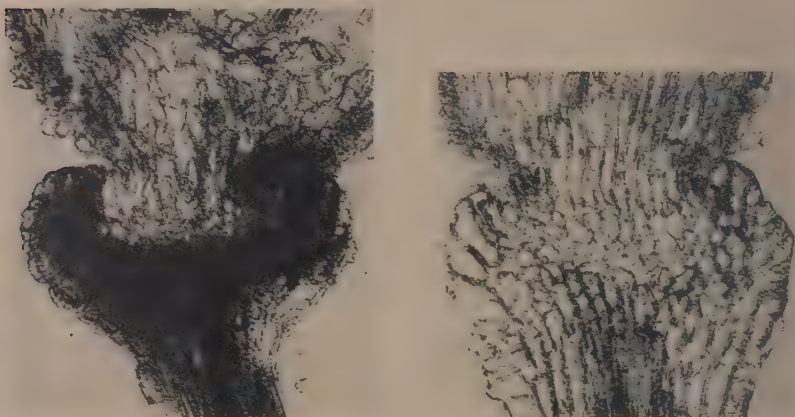


Abb. 5. Tangentialschnitt durch Ährchen und Stielchen einer Pflanze mit „losem“ (links) und „festem“ Ährchensitz (rechts) kurz vor der Reife. Die von der normalen Pflanze (links) in Stielchen und Trennungsgewebe eingelagerten Lignine sind durch Phloroglucinol stark gefärbt.

Aus diesen Untersuchungen dürfte die Bedeutung der partiellen Verholzung der Zellelemente während der Ontogenese für den Ährchenabfall bei *A. pratensis* eindeutig hervorgehen. Eine physiologische Störung in den „festsitzenden“ Formen verhindert offenbar die Lignineinlagerung im Gewebe des Stielchens und in den benachbarten zwei Zellschichten des Trennungsgewebes.

Zusammenfassung

Vergleichende anatomische und morphologische Untersuchungen an normalen Pflanzen von *Alopecurus pratensis* sowie an Individuen mit „festsitzenden“ Ährchen, die in Nachkommenschaften röntgenbestrahlter Pflanzen aufgefunden wurden, erlaubten einen Einblick in den Mechanismus des Ährchenabfalls dieser Art. Die mikroskopischen Untersuchungen dieser Typen erbrachten folgende Ergebnisse:

1. In der schon makroskopisch durch einen Wulst gekennzeichneten Trennungszone zwischen Ährchen und Stielchen ist bereits zur Zeit des Ährenschiebens ein Trennungsgewebe ausdifferenziert, das von vier Zellschichten gebildet wird, die aus relativ kleinen isodiametrischen bis parallel zur Trennungslinie gestreckten Zellen bestehen.

2. In den Normal-Formen setzt mit der Blüte eine bis zur Reife zunehmende Membranverdickung und Lignineinlagerung in den Zellelementen des Stielchens sowie in den benachbarten zwei Zellschichten des Trennungsgewebes ein.
3. Die Trennung erfolgt innerhalb des Separationsgewebes entlang den verholzten Zellschichten schizogen.
4. Bei den „festsitzenden“ Formen ist zwar die Gewebegliederung in typischer Weise differenziert, auf Grund einer physiologischen Störung unterbleibt aber die für den normalen Ährchenabwurf offenbar notwendige Lignineinlagerung.

Literatur

1. Markgraf, F., Das Abbruchgewebe der Frucht von *Aegilops triaristata* Willd. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **43**, 117—120, 1925.
2. Pfeiffer, H., Die pflanzlichen Trennungsgewebe. Linsbayers Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. 5, Berlin 1928.
3. Romeis, B., Mikroskopische Technik. 15. Aufl. München 1948.
4. Wöhrmann, K., Keimungsphysiologische, Fertilitäts- und zytologische Untersuchungen an Nachkommenschaften röntgenbestrahlter Samen von *Alopecurus pratensis* L. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **34**, 391—408, 1955.
5. Zimmermann, J. G., Anatomische und morphologische Untersuchungen über die Brüchigkeit der Ährenspindel in der Gattung *Triticum*. Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. **19**, 164—182, 1934.

Aus den Arbeiten des Zuchtgartens Sonnenberg bei Müden a. d. Ürtze
(Lüneburger Heide)

Auslese- und Kreuzungszucht an der Topinambur seit dem zweiten Weltkriege

Von

G. A. Küppers-Sonnenberg

Zur Geschichte des Zuchtgartens

Der Zuchtgarten Sonnenberg wurde als Siedlung aus dem Geiste der deutschen Jugendbewegung 1915 begründet. (Über seine romantische Frühgeschichte 1915—1924 vgl. 14 a, b. u. h.) Etwa seit 1917 wurden zum ersten Male Topinamburknollen auf dem Sonnenberg angebaut, damals als Helianthi bezeichnet. Das Saatgut wurde von der Firma Jungclaussen aus Erfurt bezogen. Die Stauden wucherten stark, die Erträge an spindelförmigen Knollen blieben aber unbefriedigend.

Aus Schulgründen wurde die Siedlung später verpachtet. Sie wurde nach völliger Ausplünderung nach dem Kriege von dem Verfasser neu aufgebaut (vgl. 14 h).

Der Verfasser kam während des Krieges in Frankfurt a. d. Oder zum zweiten Male mit der Topinambur in Berührung. Ein Kleingärtner erntete dort unwahrscheinlich viele Knollen aus dem fast sterilen Sandboden der Mark. Von diesen Knollen, die den Müncheberger Zuchtarbeiten entstammten, wurden 1943/44 einige zur Beobachtung auf den Sonnenberg geschickt. Sie gediehen hier auf dem ausgewaschenen Sandboden (Endmoränenhügel in Südlage am Nordrande des Wietzetales) so ausgezeichnet, daß sich der Verfasser veranlaßt sah, in der Fachpresse, die sich soeben wieder zu rühren begann, die Frage zu stellen: „Warum ist Topinamburanbau in Deutschland vernachlässigt?“ Das Echo auf diese Anfrage war mit etwa 700 Zuschriften überraschend groß. Der Norddeutsche Sender stellte Sprechzeiten zur Verfügung, die Frage des vernachlässigten Topinamburanbaus zu erörtern. Es zeigte sich, daß Topinambur der Allgemeinheit völlig unbekannt war. Den Jägern war sie als „Wildkartoffel“ bekannt; die Bauern fürchteten sie wegen ihres perennierenden Charakters. Von den Kulturfleichen war sie infolge der nachwirkenden Planwirtschaft verbannt. An Literatur gab es eine kleine Monographie von Griesbeck (11 a) und eine Kurzschrift von Scheerer (18). Eine noch kürzere von Platz (17) leitete eine erste Bewegung für die Topinambur ein, die sich unter dem Einfluß der zunehmenden Geldentwertung verstärkte und hier und da ausartete. Der Zuchtgarten Sonnenberg brachte durch Gründung eines Arbeitskreises Topinambur (A T O) einen Erfahrungsaustausch zustande und regte innerhalb des ATO die ersten Testversuche an. Hieran beteiligten sich auch die ersten wissenschaftlichen Institute mit exakten Beobachtungen über den Entwicklungsrhythmus und die Anbaubedingungen. Aus diesen Versuchen wurden die Siegerknollen ausgelesen und in Sonnenberg weiterentwickelt, wie z. B. die Sorte „ATO-Siegerin“, die aus „Traube Vollbehang“ hervorging.

In den Wirren der Währungsumstellung 1948 gingen Flächen und Erträge des Zuchtgartens Sonnenberg unter. Zur Sammlung eines Grundmaterials mit großen Formmöglichkeiten wurden dann Topinamburherkünfte

aus allen bekannten Anbaugebieten des In- und Auslandes beschafft. Es zeigte sich, daß es sich hierbei oft um Populationen handelte, die Ausgang zu Selektionen wurden. Das Stammsortiment wurde gerettet.

1949 konnte durch Herrn Prof. Walter (Hohenheim) Material aus den Versuchen des US-Departments of Agriculture (Shoemaker, 20) beschafft werden, darunter Stämme der dortigen Siegergruppe. 1950 stellte die französische Züchterfirma de Vilmorin Sorten zur Verfügung. 1951 überließ die Station Centrale de Génétique weitere französische Stämme. Weiteres Material stammt aus in- und ausländischen botanischen Gärten.

Über Direktor Boswell vom US-Department of Agriculture wurde Samen frei abgeblühter nordamerikanischer Stämme an den damaligen Beauftragten für Topinambur der sowjetischen Besatzungszone G. Wandel abgegeben. Ein Teil der Samen wurde auch auf dem Sonnenberg ausgesät und bereicherte die Knollentypen. Wandel hat in Zusammenarbeit mit dem Zuchtgarten Sonnenberg Zuchtarbeiten durchgeführt und gleichzeitig die für einen stärkeren Anbau erforderlichen Untersuchungen über die Verwertung eingeleitet (24).

In dem von der Station Centrale de Génétique überlassenen Material fanden sich zwei blühende Stämme. Der eine, „Erekta“, blühte nur in einem Jahr und ging später verloren. Der andere, „D 19“, der dem in Frankreich verbreiteten „blanc hâtif“ verwandt ist, zeigte sich fertil. Er ließ sich mit der Gartensonnenblume kreuzen; zahlreiche Abkömmlinge sind daraus gewonnen. Aus diesem Stamm ist die Sorte „Bianka“ hervorgegangen, deren Abkömmlinge als „Bias-Sämlinge“ bezeichnet wurden.

Nachdem von 1947 ab Propfversuche mit Topinambur und Gartensonnenblume unternommen waren, glückte 1949 die erste Kreuzung zwischen beiden Arten, worauf der Bastard *Helianthus andoris* (Wortbildung aus *annuus* und *doronicoides*) hervorging. Mit dem Übergang zur generativen Kreuzungsarbeit war die Plattform für eine sehr breite Zuchtarbeit im Freiland gewonnen. Die Schwierigkeit, mit Zuchtstämmen südliches Klima aufzusuchen oder eine Blühbeschleunigung zu erzwingen, entfiel. Leider zeigte sich, daß der Zuchtgarten für die systematische Weiterentwicklung zu beschränkt war. An dieser Raumnot krankt der Zuchtgarten heute noch, während die Vermehrung für den Saatgutbedarf in Vertragsbetriebe verlegt werden konnte.

Die 1948 zur Anerkennung angemeldete Sorte „Traube Vollbehang“ wurde als mit der 1949 zugelassenen Sorte „Münchener“ identisch befunden und erhielt keinen Sortenschutz. 1951 wurde für die Sorte „Küppers rote Zonenkugel“ Sortenschutz erteilt. 1949 wurden der Stamm M/6 (mittelfrüh), 1953 der Stamm M/126 (früh) und M/145 (schnellwüchsig, für Krautnutzung) zur Sortenprüfung eingereicht.

Der Saatgutabsatz des Zuchtgartens Sonnenberg, 1947 mit weniger als 50 kg beginnend, hatte sich 1948 schon auf über 500 dz jährlich gehoben und zeigt steigende Tendenz, da Jäger, Forstämter, Tierzüchter, Kleintierhalter, Diätküchen u. a. inzwischen feste Abnehmer geworden sind.

Der Arbeitskreis ATO besteht ohne Organisation fort und pflegt auch Beziehungen zum Auslande. Mehrere wissenschaftliche Arbeiten wurden angeregt, Erfahrungen und Zuchtmaterial werden ausgetauscht (vgl. Isó, Ballerstedt, Bachmann). Ab 1949, stärker ab 1951 kam die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Instituten in Gang. Über die eigenen, seit 1947 gewonnenen Beobachtungen wird nachstehend berichtet (vgl. auch 14 f).

Bewurzelungsversuche 1947

Bewurzelungsversuche sind zur Klärung der Frage des Regenerationsvermögens und zur Feststellung des maximalen Vermehrungskoeffizienten der Topinambur notwendig. Im April wurden in Pflanzkästen kleine Knollen und Knollenteile ausgelegt. Geprüft wurden Segmente, die vom Sproßende, vom Nabelende, aus der Rinde mit und ohne Augen, und aus dem Mark ohne Rinde entnommen waren. Die Segmente wurden lichtgerecht und auch gegenseitig in die Erde gebracht. Mitte Mai zeigte sich, daß alle Stücke bewurzelt waren, und zwar stärker als zum Vergleich ausgelegte Kartoffelsegmente. Die ausgetriebenen Rosetten zeigten bis zu 8 Blättern und Wurzelkränze an den Augenaustriebstellen. Gegenseitig eingelegte Stücke erreichten das Licht durch Bogenschlag (Umwegwuchs). Ausgetrieben waren stets die Hauptaugen; benachbarte Augen wurden zur Entwicklung angeregt, verharrten aber in der Knospenruhe. Die Wurzeln zeigten bereits Teilung.

Die Topinambur vermag noch aus dem kleinsten Knollenstück auszutreiben. Auch Rindenstücke ohne Augen trieben innerhalb einiger Wochen aus. Das Nabelende einer Knollenhälfte zeigte starke und gleichmäßige Entwicklung zahlreicher Wurzeln. Auch Augen ohne Fleisch- oder Rindenbasis waren ausgetrieben. Die Segmente wurden weiterhin beobachtet und hatten nach weiteren 4 Wochen eine Höhe von 115 cm über der Erde und von 10 cm unter der Erde erreicht. Stolonenbildung hatte eingesetzt. Ein von Erdratten angefressener größerer Knollenrest hatte an einem Zipfel eine Kindknolle gebildet. Vom unterirdischen Stamme waren 7 Stolonen ausgetrieben, von denen 3 sich bereits nach 1–2 cm. zu Knollen rundeten. Sproßbewurzelung: Anfang Juni wurden junge Seitentriebe als Stecklinge in die Erde gebracht. Anfang Juli hatten sich an der Abrißstelle Wurzeln bis zu 8 cm Länge entwickelt.

Überlagerungsversuch

Die Frage der Überlagerung ist für die Praxis von Bedeutung

- a) für erweiterte Futter- und Küchenbenutzung,
- b) zur Harmonisierung eiweißübersättigter Futterarten,
- c) zur Industrieverarbeitung.

Untersuchungen über die chemische Verlängerung der Keimruhe oder der Dämpfung des Austriebes sind von Fisch nich und Pätz old (10, 16)) durchgeführt. In Sonnenberg wurden zunächst die naturgegebenen Möglichkeiten geprüft.

Zur Überlagerung wurde ein Korb mit angetriebenen Knollen in frisches Wasser getaucht. Die Knollen konnten vom 25. Mai bis 25. Juni frisch erhalten werden. Es hatten sich an einer Knolle 4 Triebe zu einer Länge von 13–15 cm entwickelt. Die dünnen, chlorophyllarmen Triebe waren fast kreisförmig gekrümmt und fast sämtlich stark bewurzelt. Die Wurzeln zeigten sich überwiegend am unteren Bogen der gekrümmten Triebe, in der Länge nach dem Bogeninnern zunehmend.

Es gibt also eine natürliche Überlagerung. Die entwickelten Triebe enthalten keinerlei Giftstoffe, sind im Gegenteil mit Eiweiß angereichert und können verfüttert werden.

In einer Konservenbüchse unter Lichtabschluß aufbewahrte Knollen hatten entweder aus sämtlichen Augen kurze Triebspitzen (Igelknollen) oder Kindl gebildet.

Kindlbildung

Kindlbildung wurde auch im Freilande, und zwar bei größeren Anbauflächen auf rohem, stark saurem Heideboden festgestellt, wobei die Mutterknollen vermoderten. An einigen Kindlknollen entwickelten sich Kindl zweiten Grades, woraus auf eine Art Überkompensation des gestörten Austriebsvermögens zu schließen ist.

Umstimmung von Heliotropismus zu Geotropismus

Bereits voll ausgetriebene Stauden wurden am 5. 6. 1947 niederbogen und bis zur Sproßrosette mit Erde bedeckt. An dem beerdeten Stammende entwickelten sich erdwärts Wurzeln 1. Grades, während am ursprünglichen Wurzelende eine starke Verästelung der Wurzeln zu beobachten war. Ursprüngliche Laubtriebe verwandelten sich in Stolonen mit Knollenverdickung, und zwar zunehmend dem Wurzelende zu. Laubtriebe bogen sich geotropisch in die Erde hinein; ebenso die Stolonen im unterirdischen Teile des Stammes.

Knollendeformationen

Die Topinamburknolle ist formlabil. Auf nährstoffreichem Boden werden sehr dichte Knollennester angelegt. Die sich berührenden Knollen verkanten sich und werden von der Kugel- zur Kubusform verbildet (Paketwuchs). Umgekehrt können sich auf mageren Böden die Knollen im Mittelteil strecken und in die Stolonenform zurückfallen (Streckwuchs). Ähnliche Beobachtungen machten bei chemischen Reizen Pätzold (16) und Van den Sande-Bakhuysen u. Wittenrood (21).

Stolonenvariabilität

Wenn auch die Art der Stolonenbildung sortentypisch ist, können doch innerhalb einer Sorte starke Unterschiede auftreten. Von der Stolonenlänge ist die Ausbildung des Knollennestes abhängig, und von der Dichte dieses Nestes sind weitgehend die Rodefähigkeit, die Lösbarkeit und der Rodewiderstand abhängig.

In einem mit Zinkblech ausgeschlagenen Kasten unter Hungerbedingungen eingesetzte Knollen (in einem ergebnislos verlaufenen Versuch zur Blühbeschleunigung) hatten stark verkürzte oder gar keine Stolonen. Verzicht auf Stolonenbildung unter Hungerbedingungen wurde mehrfach beobachtet. Andererseits konnten bei einer Sorte mit einer durchschnittlichen Stolonenlänge von 20–30 cm Stolonenausläufer von über 1 m Länge gefunden werden.

Die Stolonenvariabilität zeigt sich auch innerhalb der Gelege. Es finden sich immer stammnahe neben stammflüchtigen Knollen. So können in einem Gelege von 10 cm durchschnittlicher Stolonenlänge eine oder auch einige Knollen mit Stolonen von 30–50 cm ausbrechen. Ob diese Eigenschaften innerhalb eines Klons vererbt werden, konnte noch nicht exakt geklärt werden.

Entwicklungsrhythmus

Bei Stämmen, die aus Samen herangezogen wurden, ließ sich eine mehrjährige Formentwicklung feststellen. Das Knollenbild kann im zweiten Jahre vom Knollenbilde des ersten Jahres erheblich abweichen. Ebenso können sich die Knollenformen des dritten Jahres noch einmal entscheidend von denen des zweiten Jahres unterscheiden. Vermutlich müssen die aus Samen anfallenden Stämme einen mindestens dreijährigen Entwicklungsgang durchmachen, ehe sie Formkonstanz erreichen.

Formstufung

Wenn innerhalb der Nester bei den Knollen eine gewisse Streuung sortentypischer Merkmale wahrscheinlich ist, so kann dies auch am Krautaufbau beobachtet werden. Die erdnahe Stammzone zeigt noch gelegentlich geotropische Stimmung durch Ausbildung von Luftwurzeln. Die unteren Blattserien weisen völlig andere Formmerkmale auf als die mittleren, die sich wieder von den oberen unterscheiden. Die oberen Blattserien sind in ihrer Formvereinfachung wieder den unteren angenähert. Zur Charakterisierung einer Topinamburstaupe genügt daher nicht die Angabe über die Ausprägung eines Blattes. Zweckmäßigerweise stellt man Blattserien aus verschiedener Stammhöhe zusammen und kommt meist zu fünf deutlich unterscheidbaren Typen. Entsprechend scheint auch der Stamm aufgegliedert zu sein. Der Sachverhalt müßte noch exakt überprüft werden. Solche Versuche könnten zur Erzielung frühblühender Stämme bedeutungsvoll sein, falls sich erweisen sollte, daß blütennahe Stammabschnitte stärkere Neigung zur Blütenbildung zeigen als wurzelnahe.

Morphologische Beobachtungen

Die Topinamburknollen entsprechen im Aufbau dem Krautaufbau, dem bei Kreuzgegenständigkeit ein Zweier-, gelegentlich auch bei Quirlaufbau ein Dreierschema zugrunde liegt. Die Achse der zweiten Blattserie ist gegen die erste nicht um 180° , sondern nur um etwa 160° versetzt. Im oberen Stammteile löst sich das spirale Schema auf. Von Meyer (15) wird eine $3/8$ -Stellung angegeben. Einen entsprechenden Aufbau zeigen die Knollen. Hierüber wird an anderer Stelle berichtet werden.

Etiolierungsversuch 1951

Zu den Maßnahmen, eine vorzeitige Topinamburblüte zu erreichen, gehört auch das Vortreiben der Knollen. Auf dieses Verfahren hat schon Wagner (23) hingewiesen. Bei seinen Versuchen zeigten sich eigentümliche Wachstumshemmungen. Die Pflanzen bildeten zwar Rosetten, blieben aber stecken und gingen zur Kindlbildung an den Knollen über.

Zu unseren Etiolierungsversuchen wurden Knollen von 10 verschiedenen in- und ausländischen Sorten und Stämmen verwandt. Die Knollen wurden in Kästen in einer dunklen Zimmerecke im Dezember ausgelegt. Am 14. 4. hatten sich glasig-helle bis blaßgrüne spargelartige Triebe von 2–20 cm Länge entwickelt. Am 16. 4. wurden alle Knollen ins Freie

gepflanzt, bis auf eine eingetopfte Kontrolle, die im Zimmer verblieb. Nach einer vorübergehenden, durch Nachfröste bedingten Entwicklungshemmung setzte im Freilande von 25. 5. an normale Entwicklung ein. Doch konnten die Nachwirkungen des Frostes in Achsenverkrümmungen und Aufgabelungen erkannt werden. Charakteristisch war für die Freilandpflanzen eine Stauchung der Internodien, während die Kontrollen normal gestreckte Internodien aufwiesen. Die Verstauchung zeigte z. B. für die Sorte „Rote Flaschen“ folgendes Bild:

Internodien von unten nach oben:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Länge in cm:	4	4	1,5	1	0,5	1	1	1	3

Vom 9. Internodium ab wurde der Wuchs normal. Beim 8. Internodium zeigte sich eine Einbiegung der Sproßachse.

Die Sorte „Patate“ hatte folgende Internodienlängen:

Internodien:	1	2	3	4	5	6	7	8
Länge in cm:	2	1	1	1	1	3	3	1

Schon beim ersten Knoten fand sich eine kurze Abzweigung, beim zweiten stärkere auf beiden gegenüberliegenden Augen, beim vierten war Ansatz zur Ausbildung eines Seitentriebes zu erkennen, beim fünften bildete sich ein Blatt ohne Stiel. Nach oben trieb die Pflanze eine unregelmäßige lockere Rosette.

Die übrigen Sorten zeigten im einzelnen folgende Anomalien: ATO-Siegerin: buschige Aufgabelungen; USA-Sämling: bei vier Pflanzen Aufgabelung, bei drei starker Wuchs, bei drei Kümmerwuchs; Rote Spindel: starke Aufgabelung, eine Pflanze sehr stark, die übrigen schwach; Standart: tiefliegende Stauchung; Rote Zonen: tiefliegende Stauchung; USA 27 095: hochliegende Stauchung und starke Seitentriebbildung; Scott und Fuseau ohne wesentliche Störung.

Die Etiolierung hatte also zunächst eine Hemmung und später einen verstärkten Trieb bewirkt. Eine Blühbeschleunigung wurde nicht festgestellt.

Beobachtungen über den Vegetationsabschluß

Der Stolonenzerfall ist für die Kraftaufwendung bei der Rodung ausschlaggebend. Der Rodewiderstand richtet sich nach der Haftstärke der Knollen an den Stolonen und nach dem Vorhandensein von Knollenwurzeln (Zasern). Daneben spielt die Knollenform eine gewisse Rolle, da sich stark warzige Knollen in dichtem Erdreich fester verankern als glatte Knollen.

Bedeutsam ist schließlich für die Rodung der Zeitpunkt des Krautzusammenbruchs. Als Kurztagpflanze hat die Topinambur bei Eintritt der Herbstfröste in den normalen Sorten (für Frühsorten gelten andere Regeln) erste Blühreife erlangt. In Sonnenberg trifft der um den 10. Oktober normalerweise auftretende erste Frost die Spätsorten in der ersten Blüte. Zu dieser Zeit hat das Kraut seine größte Höhe erreicht. Werden auch ab August untere Blattserien abgestoßen, treibt der Hauptsproß doch weiter grüne Rosetten. Das Gewebe ist stark ver-

holt. Trotzdem besitzt dieses Kraut relativ hohe Verdaulichkeit. Es sollte tunlichst Ende November geschnitten und als Direktfutter (Pferde, Schafe), als Futterhäkel zu Rüben (Rinder) oder als Beifutter zu Rübenblatt verwendet werden (vgl. Vogel, 22, und Pätzold, 16). Dort, wo das Kraut über Winter draußen belassen wird, ergibt sich die Aufgabe der Krauträumung vor der Rodung im Frühjahr. Das Winterkraut zeigt nach den ersten milden Frösten lediglich eine Braunfärbung der Blätter. Erst im Winter verfärben sich die Blätter schwarz und welken. Auch diese Blätter haben noch gewissen Futterwert. Der Stamm vermorscht von der Spitze her, das Gewebe wird schwarz und papierartig weich, bei Trockenheit brüchig. Um die Wintermitte kippen die Stämme im oberen Drittel. Im Februar 1949 war das Kraut bis auf 1 m Höhe vermorscht. Das Mark im stehenden Stamm war süß und begehrt. Zu diesem Zeitpunkt saßen die Knollen noch fest an glasigharten Stolonen. Am 19. März begann der Stolonenzerfall bei der späten Sorte „Traube Vollbehang“. Es lösten sich die ersten Knollen. Am 22. März war die Stolonenauflösung in vollem Gange, das Kraut brach zusammen wie Papier. In demselben Jahre waren die Stolonen in Göttingen viel früher zerfallen. Die Abreifung ist also je nach Landschaft, Witterung und Sorte verschieden.

Die Beseitigung des zerfallenden Krautes bereitet keine Schwierigkeiten. Im Feldanbau kann mit der Hungerharke zusammengereicht werden. Nach der Krautbeseitigung bleibt aber immer noch das Problem der Trennung von Knollen und Wurzelstrunk. Die letzten Knollen haften auch noch nach Zerfall der meisten Stolonen. Der Züchtung erwächst die Aufgabe, Typen mit gleichmäßiger, schneller und frühzeitiger Auflösung der Stolonen in lockerem Nest zu finden, sofern es sich um Anbau zur Knollengewinnung handelt. Für Windschutzzwecke kann dagegen die Stolonenhaftung und die Ausbildung starker Zäsern ebenso wie die von warzenreichen Knollen erwünscht sein, vor allem dann, wenn Dauerquartiere angelegt werden.

Dürre-resistenz

In dem heißen und niederschlagsarmen Sommer 1947 konnte die Wirkung extremer Trockenheit (Südhanglage auf sehr leichtem Boden) beobachtet werden. Zunächst zeigte sich ein Erschlaffen der Blätter am Tage, ein Auffrischen des Nachts. Bei weiterer Dürre blieb die nächtliche Erholung bis auf die Sproßrosetten aus. Die einzelnen Sorten reagierten auf die Dürre verschieden. Als besonders widerstandsfähig erwies sich *H. doronicoides* (Stamm „Sonnling“) auch *H. macrophyllus* (Stamm „Spindel“). Ab Ende Juli begannen untere Blattserien zu vergilben, späterhin sich schwarz zu verfärben und zu verfallen. Aber selbst bei langdauernder Trockenheit wurden die Stauden nicht vernichtet. Nach Beendigung der Dürre war der volle Turgor bald wieder hergestellt. Unter Verlust von 1–2 Blattserien wurde der Austrieb mit Neubildung von Blattrosetten fortgesetzt.

Auf geholländertem Lande blieben die Stauden frisch, während sie auf gepflügtem Lande sichtlich unter der Dürre litten.

Geschmacksprüfungen

Das in den Jahren 1947–1949 zusammengebrachte umfangreiche Ausgangsmaterial gestattete Geschmacksproben. Zur Ergänzung der eigenen Kostversuche wurden Stämme an das Institut für Gemüsebau, Hannover-Herrenhausen, abgegeben und durch Prof. Nicolaisen beurteilt.

Zwischen den einzelnen Sorten bestehen erhebliche Geschmacksunterschiede. Ferner zeigte sich der Geschmack innerhalb einer Sorte variabel. Vor dem Winter tritt ein Bitterharz auf, das durch Frosteinwirkung verschwindet. Zur Frage des Schwindens der Gerbstoffe äußert sich Meyer (15). Bei der Eindickung des Saftes war neben dem Bitterstoff (der sich gelegentlich tropfenweise als gelbes Harz in Knollen niederschlägt) ein hoher Salzreichtum hinderlich*).

Das Problem der Beseitigung des Bitterstoffes kann durch Verschiebung der Verarbeitung auf den Spätwinter gemildert werden. Aber auch durch Erhitzen, noch besser durch Rösten ist mit dem Bitterstoff fertig zu werden. In einer zweiten Serie wurde versucht, die störende Salz- wie auch die Bitterkomponente zu überdecken. Bei schwachem Eigengeschmack fanden sich zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten mit scharf schmeckenden Zutaten: pikanten Gewürzen, Würzkräutern, Würztunken, saurem Obst, Konzentraten. Der Reichtum an Zuckerstoffen bei Armut an Fett und Eiweiß führte bei der Kombinationsfreudigkeit der Topinambur zu einer Reihe von „Ergänzungsgerichten“.

Die Knollen wurden geraffelt und zu Rohkostgerichten verarbeitet, die sich als schmackhaft erwiesen. Das Raffelgut ergab getrocknet Griefß und Flocken, bei stärkerer Erhitzung auch in karamellierter Form. Der Eigengeschmack wurde bezeichnet (subjektiv wie objektiv durch Schaukochen) als liegend zwischen: Salatherz, roher Haselnuß, mildem Rettich, rohem fleischigem Kohlrabi; für die gekochte Knolle als artischokenartig; daher die angelsächsische Bezeichnung „Jerusalem artichoke“. (Vgl. Merkblatt T/2 über Küchennutzung [14 l u. m].)

Versuche zur Trockenkonservierung

Es ist auffallend, wie schnell die Topinamburknolle im Lager Wasser verliert. Gewichtsproben im Raum zur Feststellung des Wasserverlustes im Winter 1947/48 ergaben: 18. Dezember: 90 g; 20. Dezember: 80 g; 30. Dezember: 50 g; 2. Januar: 45 g; 5. Januar: 40 g; 10. Januar: 36 g; 14. Januar: 33 g. Innerhalb von vier Wochen hatte die Knolle im Zimmer am Fenster also 60 % ihres Wassergehalts verloren. Im Frühjahr 1948 wurden systematische Wägeversuche angesetzt, die zeigten, daß die Knollen bei hoher Lufttrockenheit, besonders unter Einwirkung von Sonne und Luftbewegung an einem Tage über 50 % Wasser verlieren können. Umgekehrt wurde beobachtet, daß entsprechend schnell, innerhalb einer halben Stunde, Wasser bis zum vollen Turgor wieder aufgenommen wird. Die Topinamburknolle erhält dadurch den Charakter eines Schwammes. Diese Eigenschaft mag sich bei der Kultur insofern

*) Topinambursirup wurde von Dr. Heiß am Institut für Lebensmitteltechnologie in München 1949 untersucht und in der Konzentrationsmöglichkeit als dem Malzextrakt überlegen erachtet.

günstig auswirken, als die Topinambur auf Wasser und flüssigen Dünger schnell anspricht. Andererseits ist die schnelle Wasserabgabe beim Handel und für die Lagerung nachteilig.

Die Rindenschichten trocknen viel schneller aus als das Knollenmark. Im Knolleninnern ist auch dann noch Feuchtigkeit anzutreffen, wenn die Rindenschichten zu Stein erhärtet sind. Bewirkt wird die schnelle Wasserabgabe dadurch, daß die Knollen nicht wie die Kartoffel durch eine Korkschicht geschützt sind, worauf schon Boas (4) bei entsprechenden Versuchen hingewiesen hat.

Für die industrielle Verarbeitung könnte das große Wasserabgabevermögen sehr gut ausgenutzt werden. Wir haben Knollen in dünne Scheiben geschnitten, die in wenigen Tagen ohne besonderen Energieaufwand zu Trockenschnitten trockneten.

Pfropfversuche zur Blühförderung

Das Fehlen von Stämmen, die im norddeutschen Klima zur Samenbildung abreifen, zwang die Topinamburzüchter, subtropisches Klima aufzusuchen. Über Versuche, durch photoperiodische Beeinflussung eine vorzeitige Blühauslösung zu erzwingen, haben Wagner (23), Hackbarth (12), zusammenfassend Pätzold (16) berichtet. Ihre umfangreichen Arbeiten haben kein verwertbares Ergebnis gebracht. Von französischer Seite liegen Studien zur Frage der Blühauslösung durch Pfropfung aus der Feder von Colin und Trouard-Riolle (6) sowie Daniel (8) vor. Den jüngsten und umfassendsten Beitrag haben Scheibe und Müller (19) geliefert. Ihre Pfropfungen führten zwar zur Blühförderung, doch in solch schwachem Maße, daß von 178 auswertbaren Transplantationen nur fünf Stauden den Fördereffekt zeigten und dabei nur ein keimfähiger Same gewonnen wurde.

In Sonnenberg wurde mit den Pfropfversuchen 1947 begonnen. Es ergab sich, daß die Gartensonnenblume und die Topinambur in jungem Zustande ideale Möglichkeiten zu vielfältiger Pfropfarbeit bieten. Selbst im Zustande beginnender Faserverhärtung verwachsen sie noch gut miteinander. Folgende Verfahren wurden erprobt:

Kopulation: und zwar in der einfachsten Form eines keilförmigen Einschnitts von 2—3 cm (vgl. Scheibe und Müller, Abb. 10). Der Keil wurde bis auf 5 und 10 cm verlängert. Schließlich wurde ein sehr tiefer Schnitt in die Unterlage geführt und das Reis mit sehr langer Zunge eingesenkt. Voraussetzung zum Gelingen guter Verwachsung ist eine feste Bandage. Papierbandagen waren zwar brauchbar, geben aber eine zu geringe Spannung. Wir benutzten Leukoplast, das sich als besonders zweckmäßig, weil spannungsfördernd erwies. Nach drei Wochen wurde der Verband mit einem Rasiermesser aufgetrennt, im übrigen aber um die Verwachsungsstelle belassen. Die Oberhaut leidet etwas unter dem ätzenden Verband; die Pflanzen wurden aber mit der Reizung gut fertig. Es wurde Topinambur auf Sonnenblume und umgekehrt gepfropft.

Anplatten: Auch dieses Verfahren läßt einen breiten Spielraum zu. Das Reis kann mit mehr oder minder breiter Schnittfläche (Grad- oder Schrägschnitt) einer entsprechenden Schnittfläche der Unterlage aufgesetzt werden; es läßt sich aber auch unter einen abgehobenen Span einschieben

oder in Keilform einem Seitenspalt einfügen. Die Schnittflächen können auch hier von 1 cm bis zu 20 und 30 cm ausgedehnt werden.

Ablaktieren: Sonnenblume und Topinambur wurden dicht aneinander gepflanzt und an den Berührungsflächen durch Abheben von mehr oder minder langen Spänen verbunden.

Kombinierte Methode (vgl. auch Scheibe und Müller): Nach Zusammenwachsen der ablaktierten Pflanzen wird bei einem der beiden Partner das unter der Pfropfstelle liegende Stammstück durchgeschnitten. Das Reis verliert damit seine Selbständigkeit. Diese Methode zeigte sich besonders brauchbar und wurde 1949 in größerem Umfange angewandt.

Hälften: Das Ablaktieren kann so geführt werden, daß von jedem Partner die Hälfte genommen wird und so zwei Hälften zu einem Ganzen verbunden werden, daß jede Hälfte eigene Saftbahnen erhält.

Schrägschäften: Die Pfropfung wird in einem spitzwinkligen Schrägschnitt so geführt, daß sämtliche Leitbündel der Unterlage durchgeschnitten werden und sich zwischen den Partnern neue Saftleitungen entwickeln müssen. Durch diese Methode wird in das Eigenleben der Partner am stärksten eingegriffen.

Versenken: Wenn die Unterlage stark entwickelt ist, kann das Reis durch Kopulation oder Anplatten völlig versenkt werden, so daß nur der Vegetationskegel herauschaut.

Durchschnüren: Bei stark entwickelter Unterlage läßt sich das Reis, solange es biegsam und saftreich ist, durch die Unterlage winden, und zwar, je nach der Zahl der Spalten, die in der Unterlage angebracht werden, mehrmals oder einfach. In gleicher Weise läßt sich auch die Unterlage durch das Reis führen, sofern dieses stark und lang genug ist. Unterlage und Reis können verflochten werden.

Stückeln: Wenn das Reis auf der Unterlage angewachsen ist, läßt sich auf diesem ein Stück der Unterlage aufpfropfen; sinngemäß kann dieser Wechsel von Unterlage und Reis, je nach Frohwüchsigkeit der Sorte, weitergetrieben werden.

Rhythmuserferenz: Dort, wo eine Überlegenheit des Reises gegenüber der Unterlage erwünscht ist, muß dessen vegetative Entwicklung vorverlegt werden, was bei der Gartensonnenblume durch Frühsaat, bei der Topinambur durch Vorkeimen zu erreichen ist. Es wurden sehr junge Triebe der Sonnenblume auf voll entwickelte, besonders starke Topinamburstauden gesetzt und umgekehrt. Zur Abrundung dieser Versuche wurden auch Topinamburtriebe in aufbrechende Sonnenblumenscheiben hineingepfropft.

Blenden und Entblättern: Durch Beseitigung einiger, vieler oder aller Blätter bei der Unterlage oder dem Reis läßt sich das Kraftgefälle zwischen den beiden Partnern stark variieren. Ebenso kann durch Fortnahme der Knospen oder Blüten (Blenden) eine weitere Beeinflussung erzielt werden. Hierüber berichten Scheibe und Müller. Das von ihnen in Tabelle 3 mitgeteilte Schema entspricht sinngemäß dem 1949 in Sonnenberg angewandten Verfahren.

Ergebnis der Pfropfversuche

Eine bereits bei den ersten Propfungen 1947 gewonnene unterirdische Knolle an einer Gartensonnenblumenstaude war so klein, daß sie nicht zu definieren war. Sie trieb im kommenden Jahre nicht aus.

Mehrfach wurden dagegen Luftknollen an den Verwachsungsstellen erzielt. Sie konnten nicht weiter verfolgt werden, da sie zu wenig Reservestoffe speicherten und in der Regel während des Winters verdorrten.

Weder durch die Pfropfungen noch durch Abschnürung der Saftzuleitung oder Injektion von Blütensaft der Sonnenblume in Tobinamburgewebe konnte eine Blühhförderung erzwungen werden. Dagegen wurde bereits bei den ersten Versuchen eine Steigerung der Kurztageeigenschaft der Topinambur bei Pfropfung auf die Sonnenblume festgestellt. Eine ähnliche Beobachtung einer Blühhemmung machten auch *Scheibe* und *Müller*. An der Gartensonnenblume zeigte sich bei Pfropfung auf Topinambur durchweg eine Reduktion der Blüthengröße auf die von Topinamburblüten. In einem Falle der „gehäuften Anplattung“ (drei Reiser auf eine Unterlage) waren die Gefache in den Blütenkörben vermindert, derart, daß das einzelne Korbblütchen fast normale Größe aufwies und normale Samen brachte, während verkleinerte Blüten auch verkleinerte Samen lieferten.

Weiterlaufende Versuche (Mentorisierung)

Von den Pfropfversuchen, die sich dadurch erübrigten, daß sich der Stamm „Bianka“ als fertil erwies, wird noch ein Versuch langjährig weitergeführt, um einen möglicherweise vorliegenden nachhaltigen Einfluß der Unterlage auf das Reis zu prüfen. Und zwar wird auf gleichem Topinamburstamm, innerhalb der gleichen Staude, also im Klon, jährlich Sonnenblume gepfropft und diese möglichst durch Selbstbestäubung im Genbestand eingeeignet. Dieser „Mentorisierungsversuch“ war bis zur Stufe IV ohne sonderlichen Erfolg gediehen, als dann leider 1956 das Saatgut aus den Selbstungen infolge der Witterung verloren ging. Ab 1957 mußte daher auf dem alten Topinamburstamm mit neuem Reis gearbeitet werden.

Genetische Zuchtarbeiten

Bis 1951 enthielt unser Sortiment neben zahlreichen Topinamburstämmen und -herkünften folgende *Helianthus* spp.: *doronicoides*, *pseudorigidus*, *pseudoorgyalis-laetifolius*, *parviflorus*, *rigidus*, *strumosus*, *tomentosus*, *orgyalis*, *nuttallii*, *große serratus*, *sparsifolius*, *salicifolius* und *atrorubens*. Die perennierenden Arten blühten zwar meistens frühzeitig, die Blüte blieb aber taub. Nur einige Arten sind fertil, einige stark fertil.

1949 wurden Gartensonnenblumen mit großen Tellern zur Einkreuzung mit *H. orgyalis* und *doronicoides* benutzt. *H. doronicoides* muß als Topinamburvarietät aufgefaßt werden, da sie im Kraut Aufbau und der Knollenbildung *H. tuberosus* gleicht.

Bei der Kreuzungsarbeit wurde davon ausgegangen, daß die Topinambur weitgehend selbststeril ist. Nach *Burdenski* (5) genügt schon die Abschirmung der Blütenteller durch Papiertüten, eine Befruchtung der Scheibenblütchen stark zu unterdrücken. Der eigene Pollen brachte (in Uruguay), innerhalb der Blüte verteilt, nicht über 50 % Fruchtansatz. Durch rechtzeitige Kastration der Scheibenblütchen konnte völlige Sterilität nach einem sehr einfachen Verfahren erzielt werden. Die Bastardierung der kastrierten Blüten ergab 70–93 % Samenansatz.

In eigenen Vorversuchen wurde die Technik der Kastration erarbeitet und der Rhythmus des Erblühens der Scheibenblütchen beobachtet, der weitgehend von Witterungseinflüssen abhängt. Innerhalb des Ramsches fanden sich große Unterschiede. In mehrjähriger Arbeit wurde über „Scheibenselbstungen“ eine Einengung der stark heterozygotischen Grundlagen erzielt.

Die Kreuzung von *H. annuus* mit 17 Chromosomen mit *H. tuberosus* mit 51 Chromosomen wird noch von Burd ens ki für unmöglich gehalten. Diese Auffassung wurde unlängst noch von namhaften deutschen Genetikern geteilt. Inzwischen ist aber Dexter die Kreuzung gelungen. Im übrigen hat auch schon Wagner über die Bastardierung von *H. annuus* (*cucumerifolius*) mit *H. tuberosus* berichtet. Bemerkenswert ist das von ihm bei diesen Bastarden beobachtete Phänomen der Sproßstauchung. Nach brieflicher Mitteilung von Prof. Dexter, der auch Fotos beigegeben waren, ähnelt der von ihm gewonnene dem auf dem Sonnenberge erzielten Bastard, und zwar in der AB-Linie*).

Wir haben bei unseren Kreuzungen im August 1949 die 15–20 cm große Sonnenblumenscheibe durch ein einfaches Leinentuch abgebunden, sobald sich der Blütenteller entfaltete. Die sich in Ringen entwickelnden Scheibenblüten wurden früh am Tage kastriert, bevor sich die Antherenröhre hochschob; der Blütenstaub war dann noch nicht ausgetreten. Die Griffel waren noch unentwickelt am Grunde der Blüten. Um eventuell verstreute Pollenkörner zu beseitigen, wurde kräftig allseitig über die Scheibe weggeblasen. Die Bestäubungen erstreckten sich vom 8. bis 18. August.

Die Sonnenblumenscheibe brachte über 100 gut entwickelte Samen, die im Frühjahr 1950 ausgesät wurden. Die meisten der im Freilande ausgelegten Samen liefen auf. In dem nach dem Umpflanzen aufkommenden Bestande zeigten etwa 5 % der Stauden kümmerlichen mit schwacher oder fehlender Blüte, etwa ebensoviel Stauden luxurierten, was möglicherweise aber auch den Bodenverhältnissen zugeschrieben werden kann. Zwei Stauden hatten im Herbst Knollen angesetzt. Die Bastarde wurden als *H. andoris* I und II bezeichnet. Sie waren stark verschieden. Andoris I hatte gestreckte Knollen mit fransenartigen Schuppen sowie Neigung zu kandelaberartigem Austrieb bei walzenartiger Grundform. Andoris II zeigte ein dickes Paket spindelförmiger, hell-schaliger Knollen ohne Stolonen und nur eine Spindelknolle an einem etwa 10 cm langen Stolo. Alle Knollen neigten wie I zu kandelaberartigem Augenansatz und zur Nebenknollenbildung in Kandelaberform, wobei einige Knollen stolonenartige Kurztriebe zeigten. Die Gelege wurden gezeichnet bzw. photographiert. Von den II-Knollen trieb eine zu einer Blüte von 2,5 cm Tellergröße und 6,5 cm Strahlenlänge aus. Es fanden sich 16 Strahlen. Die Blüte glich gleichzeitig einer verkleinerten Sonnenblumen- wie einer vergrößerten Topinamburblüte. Die Strahlen waren breiter und zahlreicher als die der pollenspendenden *H. doro-*

*) Hierzu neuerdings Bericht in der Dt. Landw. Presse v. 15. 3. 1958 (14 m) mit Foto von Prof. Dexter vor seinem Bastardstamm.

nicoides, deren Teller sehr klein und deren Strahlen 7 cm lang, aber nur zu 13 vorhanden sind. Die Blätter zeigten eine Zwischenform: *H. annuus* hat herzförmig aufgebuchtete Blätter mit stumpfer Spitze, *H. doricoides* eilanzettliche Blätter mit gestreckter Spitze. Die Blätter von Andoris II hatten an der Stammpflanze eine Herzbuchtung und leicht gestreckte Spitze.

Aus dem 1950 gewonnenen Knollengelege wurden sechs Knollen entnommen, die sich unterschieden. Der Aufwuchs zeigte 1951 eine Aufspaltung zwischen patroklinen und matroklinen Formen mit fast kontinuierlichen Übergängen, die auf fünf Grundtypen eingengt werden konnten. Die matroklinen Extreme wurden als A-Typus (*annuus*-ähnlich), die patroklinen als B-Typus (ähnlich *doricoides*) bezeichnet.

Die Typenskala umfaßte folgende Formen:

- A: einstämmig mit einer großen endständigen Blüte, Blätter herzförmig breit.
- A(B): wie A mit Neigung zur Bildung einer kleinen verzweigten Infloreszenz und leichter Neigung zur Bildung von Seitentrieben. Große Blüten.
- AB: mittelhohe, regelmäßig verzweigende und zur Infloreszenz aufgabelnde Form. Blätter wenig gebuchtet. Blütenansatz reich, an allen Trieben.
- B(A): stark aufgabelnde Form mit eilanzettlichem Blatt und gehemmter Hauptblüte. Blüten an Nebentrieben. Blätter breit lanzettlich.
- B: niederer verzweigter Busch mit schmalen Blättern. Stark gehemmter Hauptsproß, wie ihn Scheibe und Müller beschreiben.

Auch das Knollenbild zeigte ähnliche Aufspaltungen von glatten Spindel-, Streck- und Walzenformen bis zu zehenhaft gekrümmten Kandelaber- und Fransenknollen.

Aus den Formvarianten wurden Linien angelegt, die zum Teil an Institute zur weiteren Beobachtung abgegeben wurden. Für die Weiterzucht waren die A-Typen von Interesse, deren Hauptauslese 1956 der Witterung zum Opfer fiel, von der aber Einzelstücke erhalten blieben. Sie sind fertil.

Der von Prof. Dexter weiterentwickelte Typ, der, wie erwähnt, dem AB-Typus entspricht, liefert eine große Krautmasse. Ihm wird wirtschaftliche Bedeutung als Silagepflanze beigemessen. In Sonnenberg sind noch keine wirtschaftlichen Untersuchungen durchgeführt.

Bianka und Biankaabkömmlinge

Der französische Stamm D/19 ist frühblühend und fertil. Aus ihm wurde eine frühblühende und eine etwas später blühende Linie selektiert. Die Selektion wurde außerdem auf Ertrag und Knollenlage wie auch Knollenform ausgedehnt. Als Sorte „Bianka-Allerfrüheste“ wurde der Stamm Ausgang zu Kreuzungsbastarden: Blandine, Blandite, Blandetta sowie zu einer jährlich wachsenden Fülle von Sämlingsnachkommenschaft, die, wie einleitend schon erwähnt, als Bias-Linien bezeichnet werden. Bias 1953/54 wurde zum Zuchtstamm „Fontane“ (nicht blühend,

reiche, gute Knollenlage), Bias 1953/57 zu „Maxime“ (nicht blühend, breitblättrig) entwickelt. Unter den Bias-Abkömmlingen findet sich eine Reihe sehr früh blühender vom Typus der „Bianka“. Es treten aber auch Spielarten auf, die völlig von ihr abweichen und kümmerlich oder gar nicht blühen.

Da „Bianka“ in jedem Sommer zu einer Zeit blüht, wo in den Quartieren der perennierenden Helianthen und ebenso bei *H. annuus* offene Blüten anzutreffen sind, ist mit Kreuzungsbestäubungen zu rechnen. Aber selbst bei starker Inzucht zeigt „Bianka“ in der Nachkommenschaft eine sehr große Formaufspaltung. Merkmale: starke Knollenbildung, geringe Krautbildung, tiefdunkler Stamm, reiche, aber kurze Blüte.

Zuchtziele

Wenn auch einer schnellen Ausbreitung der Topinambur bei uns eine spürbare Skepsis gegenübersteht, zeichnen sich doch deutlich kommende ausgedehnte Verwertungsmöglichkeiten ab, die Anforderungen an die Zucht stellen. So benötigt beispielsweise die Zuckerkrankendiät eine Knolle mit hohem Fruktosegehalt bei relativer Kalorienarmut. Für die Wildhege kommen robuste Typen mit starker Durchschlagskraft in Frage, während dem Landbau darum zu tun ist, leicht rodbare Sorten von guter Lösbarkeit einerseits mit starker Knollenbildung, andererseits aber auch mit starker Krautbildung für mehrfachen Schnitt zu erlangen. Die Zuckerindustrie könnte durch Topinambur auch in Deutschland (wie in Frankreich) eine zusätzliche Winterkampagne gewinnen; dazu müßte die Topinambur möglichst zuckerreich, mineralstoff- und eiweißarm sein. Der Windschutz schließlich erfordert standfeste Sorten.

Krankheiten und Schädlinge

In Sonnenberg trat gelegentlich *Sclerotinia sclerotiorum* auf. Durch rechtzeitiges Vernichten der befallenen Stauden ließ sich der Pilz unter Kontrolle halten. Gelegentlich zeigen sich Chlorophyllschäden unbekannter Ursache, die aber meist verwachsen. Gegen den lästigen Wildverbiß mußte der Zuchtgarten eingezäunt werden*).

Erhebliche Schäden können durch unsachgemäßes Lagern erwachsen. Als zweckmäßig hat sich Erdeinschlag erwiesen oder Lagerung in Frischhaltegruben. Selbst bei Erdeinschlag können Verluste eintreten, wenn in der Packung Hohlräume bleiben, in denen sich Schimmel bildet.

Hinweis

Mit ERP-Mitteln wurde vom Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Anbauwert der Topinambur geprüft. Der von Pätzold (16) redigierte Bericht setzt sich auch mit den Fragen der Züchtung und Verwertung auseinander. Im Schlußergebnis werden der Anbau und gesteigerte Zuchtarbeit empfohlen.

*) Nach brieflicher Mitteilung aus Argentinien hat dort eine Schmetterlingsinvasion einen Anbau von mehreren Hektar stark beschädigt. Das Ereignis wird als Sonderfall angesehen. Jährlich werden einige Heupferde in den Kulturen des Zuchtgartens festgestellt, ohne Schaden anzurichten; es kommen verbissene Blätter vor.

Literatur

1. Bachmann, L., Die Anbaueignung von Topinambur unter mitteldeutschen Verhältnissen. Diss. Halle Saale 1956.
2. Baillargé, E., Le Topinambour, ses usages, sa culture. Sammlung „La Terre“, Paris, 1942.
3. Ballerstedt, Herbert, Die Topinambur, ihr Anbau und ihre Verwertung. Dipl.-Arbeit. Güstrow-Schabernack, 1956.
4. Boas, F., Beobachtungen an Topinambur und an der Kartoffel. Sitzungsbericht Bayr. Akad. Wiss. 1943. 10. Dezember.
5. Burdinski, D., Die Kultur der Sonnenblume mit besonderer Berücksichtigung des La-Plata-Gebietes. Beitr. Kolonialforschg. (Berlin) 2, 1942, 160—219.
6. Colin, H., et Trouard-Riolle, V., Pfropfung Sonnenblume-Topinambur. Compt. rend. Acad. Sci. Paris 116, 1918, 856—858.
7. Conti, F. W., a) Die Inulide der Topinambur. Dipl.-Arbeit, Göttingen, 1952. — b) Die Gewinnung der Kohlenhydrate der Topinambur. Zucker 6, 1953, 120—125. — c) Versuche zur Gewinnung von Sirup aus Topinambur. Stärke 5, 1953, 310—318. — d) Das Glukose-Fruktose-Verhältnis in den Knollen der Topinambur. Diss. Braunschweig, 1955.
8. Daniel, A., Pfropfung von Sonnenblume auf Topinambur. Compt. rend. Acad. Sci. Paris 172, 1921, 610—612.
9. Dexter, S. T., Briefliche Mitteilung sowie Reportage „New silage plant“ in Australian Country 1956, November, S. 90.
10. Fischnich, O., und Pätzold, C., Entwicklungsbeeinflussung der Topinambur durch Wuchsstoffe. Beitr. Biol. Pflz. 30, 1954, 257—273. —, Entwicklungsbeeinflussung von Topinambur durch Maleinsäurehydrazid. Ibid. 30, 1954, 327—342.
11. Griesbeck, A., a) Die Topinambur, ihre Kultur und Verwertung. Flugschriften Dt. Landw. Ges. Band 10, Landbuch-Verlag, Hann. 1949. —, und Hornung, b) Anbau und Verwertung von Topinambur, Bericht über eine Studienreise durch Frankreich. Land- u. Hauswirtschftl. Inf. Dienst AID-Schriftenreihe H. 40, 1952.
12. Hackbarth, J., Versuche über Photoperiodismus. Verhalten einiger Klone von Topinambur. Züchter 9, 1937, 113—118.
13. Isó, J., Csicsóka. Termesztézés és Nemesítézés. Akad. Verlag. Budapest, 1955.
14. Küppers, G. A., a) Wege und Irrwege zur eigenen Scholle. Berlin, 1924. — b) Deutsche Siedlung — Idee und Wirklichkeit. Diss. Berlin, 1933. — c) Topinambur — noch immer vernachlässigt? Neue Mitt. Dt. Landw. Ges. 2, 1947, Nr. 1 u. 2. — d) Woher soll die Saat kommen? Ibid. 2, 1947, Nr. 10. — e) Topinambur-Anbau und Nutzungsmöglichkeit. Hann. 1947. — f) Topinambur im Examen. Saatgutwirtschaft 2, 1950, 273. g) Überblick über Züchtungsversuche an der Topinambur bis zum 2. Weltkrieg. Ztschr. Pflanzenzüchtg. 31, 1952, 196—217. — h) Vom Entwicklungsgang der Siedlung Sonnenberg zum Topinamburzuchtgarten. Bebauet die Erde 25, 1955, H. 3 u. 4. — i) Neuere Versuche über den Einfluß von Schnittzeit, Düngung und Sorte auf den Ertrag und Futterwert der Topinambur (Sammelreferat). Ztschr. Pflanzenbau u. -schutz 6, 1955, 115—124. — k) Topinambur und Zuckerrübe. Ztschr. Zuckerind. 5 LXXX, 1955, 22. IX. — l) Merkblattreihe Topinambur (im Selbstverlag).

- m) Topinambur — eine Bereicherung für die Diätküche. Hippokrates **28**, 1957, H. 9, 288—290. — n) Kreuzung von Topinambur mit der Sonnenblume. Dt. Landw. Presse **81**, 1958, 107.
15. Meyer, G., Über Inhalt und Wachstum von Topinamburknollen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **13**, 1895, 184—185.
—, Beiträge zur Kenntnis des Topinamburs. Ibid. **14**, 1896, 347—362.
 16. Pätzold, C., (Zusammenfassung) „Die Topinambur als landwirtschaftliche Kulturpflanze“, herausgeg. v. Bundesmin. ELF in Zusammenarbeit mit dem Land- u. Hauswirtschftl. Inf.-Dienst (AID), 1957 (Bad Godesberg).
 17. Platz, H., Die Topinambur. Hamburg, 1947.
 18. Scheerer, G., Die Topinambur, Anbau und Verwertung. Lüneburg, 1947.
 19. Scheibe, A., u. Müller, M., Untersuchungen über Blühauslösung und Blühförderung bei *Helianthus tuberosus* L. durch Pfropfung und photoperiodische Maßnahmen. Beitr. Biol. Pflanzen **31**, 1955, 431—472.
 20. Shoemaker, D. N., The Jerusalem Artichoke as a crop plant. US Depart. Agr., Techn. Bull. **33**, 1927.
 21. Van den Sande-Bakhuysen, H. L., u. Wittenrood, H. G., Het tot Bloei en Zaadvorming brengen von Topinamburrassen. Versl. C. I. L. O. 1947, Wageningen (1948), 79.
 22. Vogel, H., Fütterungsversuche mit Tobinambur. Dt. Landw. Presse **75**, 1952, 16—17.
—, Fütterungsversuche mit Topinamburkraut bei Milchkühen. Tierzüchter **4**, 1952, 118—119.
—, Fütterungsversuche mit frischem und eingesäuertem Topinamburkraut und mit frischen Topinamburknollen bei Milchkühen. Landw. Jhb. Bayern, **29**, 1952, 165—180.
 23. Wagner, S., Ein Beitrag zur Züchtung des Topinamburs und zur Kastration bei *Helianthus*. Ztschr. Züchtg. A **17**, 1932, 563—582.
—, Artkreuzungen in der Gattung *Helianthus*. Zt. Abst. Lehre **61**, 1932, 76—146.
 24. Wandel, G., Vegetative Hybridisierung. Mittlg. LDG Ost **3**, 1950, 268—270.
—, Topinambur und seine Verwertung in der Nahrungsmittelindustrie. Gordian, **52**, 1952, Nr. 1248—1250.

Besprechungen aus der Literatur

Braun-Riehm, Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. 8., neubearb. Aufl. Parey-Verlag, Hamburg und Berlin 1957. 376 S., 346 Abb. Ganzleinen 29,80 DM.

Die schnelle Folge der Auflagen des bekannten Werkes ist ein Beweis für die Anerkennung, die es gefunden hat. Den Verfassern wird es dadurch möglich, den Inhalt immer wieder zu verbessern und auf den neuesten Stand zu bringen.

Die Gesamtanlage des Buches, die Stoffeinteilung und die Auswahl der berücksichtigten Pflanzen wurden beibehalten, ebenso die Stoffaufteilung unter den Autoren. Das Buch hat sich schon in der 7. Auflage durch gute Abbildungen ausgezeichnet. In der neuen Auflage wurden sie weiter verbessert und ergänzt; 56 Abbildungen, deren Vorlagen meist aus dem Bonner Institut stammen, sind hinzugekommen. Neue Literaturhinweise wurden aufgenommen und der Umfang des Stoffes erweitert. So werden neu Obstvirosen, Kragenfäule des Apfels, Stachelbeerblattwespe, Mittelmeerfruchtfliege, Dickmaulrüssler und Gartenhaarmücken behandelt, Erweiterungen, die jeder Benutzer begrüßen wird. Der Abschnitt über die Hessel-fliege wurde durch die Behandlung der Roggengallmücke ersetzt, die Besprechung der Zuckerrübenblattbräune ist fortgefallen. Schon die vorhergehenden Auflagen hatten in der Fachwelt allgemeine Anerkennung gefunden. Der so sichtbar verbesserten Neuauflage kann diese Anerkennung auch nicht versagt werden. Trotzdem seien einige kritische Bemerkungen gestattet.

Wie im Vorwort zur 6. Auflage betont wurde, ist für die Auswahl des Stoffes die wirtschaftliche Bedeutung oder zum mindesten die Häufigkeit des Auftretens der Krankheiten und Schädlinge bestimmend gewesen. Um so mehr wird man eine Behandlung der in den letzten Jahren so bedeutsam gewordenen Septoriose des Weizens vermissen, während andererseits mehrere Krankheiten bzw. Schädlinge der Serradella und des Leins behandelt werden. Es wird nicht verkannt, wie schwierig es ist, bei den Virose im Rahmen des Werkes eine Grenze zu ziehen. Die neu aufgenommenen Obstvirosen werden nur auf knapp einer Seite behandelt. Kohlvirosen fehlen ganz, aber die Rosettenkrankheit der Serradella wird angeführt. Sicher wird man in Zukunft den Virose einen noch größeren Raum widmen müssen. Einige Ungenauigkeiten, die aber den Wert des Werkes in keiner Weise beeinträchtigen, sollten in einer Neuauflage ausgemerzt werden.

J. Ullrich, Braunschweig.

Freund, H., Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Band I, Teil 1: Allgemeines Instrumentarium der Durchlichtmikroskopie. Unter Mitwirkung von 11 Fachwissenschaftlern. Umschau-Verlag, Frankfurt a. M. 1957. L III. 681 S., 285 Abb., 5 Taf. Ganzleinen 94,— DM.

Es ist erfreulich, daß nunmehr der 1. Teil des Bandes I erschienen ist. Es ist auch zu begrüßen, daß der Herausgeber gewartet hat, bis die sprunghaft vorgetriebenen Entwicklungen der optischen Industrie hier ihren Niederschlag finden konnten. So bietet auch dieser Band eine Fülle an Grundlagen und Hinweisen für den, der das Mikroskop als Arbeitsmittel benötigt.

Zu den einzelnen Kapiteln können nur kurze Bemerkungen gemacht werden. I. Grehn führt den Leser in das „Instrumentarium“ ein; eine klare Darstellung der Theorie und der Geräte. Von Wichtigkeit erscheint der Anhang (S. 134—143) über Prüfung, Handhabung und Pflege der Instrumente, der manchem Mikroskopbenutzer ans Herz zu legen ist. W. J. Schmidt behandelt die „Instrumente und Methoden zur mikroskopischen Untersuchung optisch anisotroper Materialien mit Ausschluß der Kristalle“. Die Einführung in die theoretischen Grundlagen der Doppelbrechung ist erschöpfend, stellt aber hohe Anforderungen an das Verständnis des Lesers. Übersichtlich und eingehend ist auch die Darstellung der Geräte und ihrer Anwendung. Es ist ein Nachschlagewerk für die moderne Strukturforschung. E. Menzel führt den Leser in die Methoden und Geräte der Phasenkontrastmikroskopie ein. Das relativ junge Verfahren wird kurz und prägnant erläutert. Mit Recht weist Verf. auf Schwierigkeiten hin, die sich bei der Benutzung des Phasenkontrastkondensors von Leitz durch die Möglichkeit des kontinuierlichen Überganges vom Hellfeld über Phasenkontrast zum Dunkelfeld ergeben können, wenn der Benutzer unerfahren ist. Überhaupt verlangt die Benutzung des Phasenkontrastmikroskopes eine reichliche Erfahrung mit den Untersuchungsobjekten, um Fehldeutungen zu vermeiden. Haloerscheinungen lassen sich in gewissen Fällen besser durch Änderung des Untersuchungsmediums (Zugabe von Gelatine) beseitigen unter Beibehaltung eines echten Phasenkontrastes, als durch Wahl einer Mittelstellung des Spiegelkörpers im Heineschen Kondensor. Im folgenden Kapitel berichtet E. S. Perner über „Die Methoden der Fluoreszenzmikroskopie“. Nach einer Einführung in das Wesen der Fluoreszenzerscheinungen und der Geräte erläutert Verf. den Wert der Analyse primärer und sekundärer Fluoreszenzerscheinungen bei der Bestimmung morphologisch-anatomisch schwierig oder nicht zu unterscheidender Drogen. Auch bei der Analyse der Alkaloide konnte das Verfahren mit Erfolg verwendet werden. Offene Fragen werden angeschnitten. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Anwendung in der Holz- und Faserforschung, der landwirtschaftlichen Botanik oder der Bodenbiologie. „Die Mikroskopie des Chemikers“ wird von H. Reumuth behandelt. Obwohl für die Verwendung im chemischen Laboratorium spezielle Apparate konstruiert wurden, die sich den Erfordernissen anpassen, besteht noch oft eine Abneigung gegen ihre Verwendung. Die vom Verf. angeführten Beispiele zeigen aber, welche Arbeitsmöglichkeiten sich dem fortschrittlichen Chemiker eröffnen. Ein kleiner Beitrag von W. Boguth behandelt die „Spektralphotometrie kleiner Objekte mit dem Mikroskop-Photometer von Leitz“. Einige Beispiele führen eindringlich vor Augen, mit welcher Exaktheit z. B. Absorptionskurven erhalten werden können. Das nächste Kapitel von R. Opfer-Schaum wendet sich wieder an die Chemiker und führt in das Instrumentarium der „Mikroskop-Heiz- und Kühltische nebst Hilfsgeräten“ ein. Mit diesen Geräten gelingen heute Mikrobestimmungen des Schmelzpunktes, des Siedepunktes fester und auch flüchtiger Substanzen. In den angewandten Gebieten der Chemie, Biochemie, Pharmazie, Botanik und Toxikologie sind diese Apparaturen nicht mehr zu entbehren. Der Beitrag über „Mikroskopisches Messen und Auszählen“ von H. H. Pfeiffer erläutert die Hilfsmittel zur Messung von Längen, Dicken, Flächen, Winkeln und Kurven kleinerer Objekte. Ein Absatz über Zählkammern und Meßfehler und Fehlerkritik beschließt die prägnanten Ausführungen. Abschließend an die Beschreibung des Integrationsstisches von Leitz behandelt E. Schuchardt „Das Integrationsverfahren in der mikroskopischen Technik“, ein Verfahren, das wegen seiner zeitraubenden

Handhabung und der erforderlichen Berechnungen nur in wenige wissenschaftliche Disziplinen Eingang gefunden hat. „Bauweise und Verwendung von Mikromanipulatoren“ werden von F. Seidel besonders am Beispiel des Leitz-Mikromanipulators umrissen. Diese kurze Zusammenfassung stellt keine Arbeitsanleitung dar. Wer mit solchen Präzisionsinstrumenten gearbeitet hat, weiß, daß nur Übung und kein Handbuch Erfolge garantiert. Im letzten Beitrage berichtet M. Harders-Steinhäuser über „Das Mikrotom und seine Anwendung“. Besonders hervorzuheben ist die saubere Gliederung und die Beschreibung vieler neuerer Einbettungsverfahren für das Schneiden nicht zoologisch-botanischer Objekte. Technische Laboratorien werden dieser Zusammenstellung manchen Hinweis entnehmen können. Zusammenfassend sei hervorgehoben, daß der vorliegende Teilband trotz der 11 verschiedenen Bearbeiter ein Werk geworden ist, das sich würdig den bisherigen Bänden einreihet. Es ist Handbuch, Nachschlagewerk und z. T. auch Rezeptbuch. Die Zitate von über 600 Arbeiten führen den Benutzer zu den Spezialfragen. Ein ausführliches Sachregister erleichtert die Benutzung. Dieser Teilband (und wohl auch der zu erwartende 2. Teilband) sollte in keinem Institut fehlen, in dem Mikroskope benutzt werden.

H. Johannes, Braunschweig.

König, E., Tierische und pflanzliche Holzschädlinge. Erkennen, Lebensgewohnheiten und Schädlichkeit holzzerstörender Insekten und Pilze, Schutz und Bekämpfung. Holz-Zentralblatt-Verlags-G.m.b.H., Stuttgart 1957. 330 S., 277 Abb. Brosch. 16,50 DM.

Befaßt man sich mit Schäden an Pflanzen und ihren Produkten, so findet man auf dem landwirtschaftlichen Sektor eine reichliche Literatur vor, während sich mit Forstpflanzen viel weniger Arbeiten befassen. Interessiert man sich für jene Schädlinge, welche das Holz angreifen, so muß man entweder auf große fachwissenschaftliche Werke und verstreute Einzelveröffentlichungen zurückgreifen, oder man muß sich mit kleinen unvollständigen und oftmals auch fachlich nicht einwandfreien Schriften begnügen. Für den am Holz interessierten Praktiker, sei er Forstmann oder technischer Holzinteressent, ist das eine zu viel und das andere zu wenig. In der Mitte aber steht das vorliegende Buch, das zwar für den Praktiker ohne viele wissenschaftliche Vorkenntnisse geschrieben, aber doch umfassend und fachlich gut fundiert ist. Verf. befaßt sich mit den Feinden des zu nutzenden und des genutzten Holzes. Dementsprechend werden sowohl die bereits am stehenden Baum auftretenden Schädlinge wie auch die am Nutzholz behandelt. Die Hälfte des Buches ist den Schädlingen aus dem Tierreich gewidmet, also vor allem den Insekten; der Rest ist den holzschädigenden Pilzen und einigen Fragen des Holzschutzes gewidmet. Da es auf dem Gebiet der Holzinsekten bereits mehrere gute, für den praktischen Gebrauch bestimmte Spezialbearbeitungen gibt, wird der mykologische Teil den Interessenten besonders reizen. Hier hat Verf. eine große Menge Material zusammengetragen, so daß man sich über die häufigsten Erreger von Stamm- oder Lagerfäulen gut orientieren kann, wenn auch die recht willkürliche Anordnung den Botaniker stört. Das Buch ist nicht als Bestimmungsbuch im üblichen Sinn zu betrachten, doch bemüht sich der Verf., die für den Praktiker erkennbaren wesentlichen Dinge betreffs Erkennen und Bedeutung der einzelnen Schädlinge herauszustellen. Dem Holzschutz als solchem ist nur ein ganz kleiner Teil des

Werkes gewidmet. Hier werden nur die Fragen der Bekämpfung aufgetretener Schäden behandelt, während der vorbeugende Holzschutz nicht mit einbezogen ist. Dies mag auf den ersten Blick als ein Fehler angesehen werden, dem Ref. erscheint es aber als eine weise Mäßigung, da sonst entweder der Umfang des Buches das wünschenswerte Maß überschritten hätte oder die Hauptkapitel durch eine Einschränkung zu viel ihres Wertes verloren hätten.

Es liegt dem Ref. fern, hier eine Aufzählung kleiner fachlicher Schönheitsfehler zu bringen. Das Buch ist ohne Zweifel in seiner Gesamtkonzeption gut und fehlerfrei. Eine große Anzahl von Abbildungen, von denen die meisten recht anschaulich sind, erläutert den Text. In vielen Fällen wird im Text auf fachwissenschaftliche Spezialarbeiten hingewiesen, so daß der Leser auch zu einem tieferen Eindringen in die Materie angeregt wird.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es dem Verf. gelungen ist, ein gut lesbares und jeden Holzfachmann ansprechendes Büchlein zu verfassen, das ohne Zweifel eine Lücke ausfüllt und auch dem Fachmann der angewandten Botanik vieles zu geben vermag.

Z y c h a, Hann. Münden

Schwanitz, F., Die Entstehung der Kulturpflanzen. Verständliche Wissenschaft, Band 63. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1957. 151 S., 59 Abb. 7,80 DM.

Der vorliegende Band schließt eine Lücke in der naturwissenschaftlichen Abteilung der ausgezeichneten Reihe „Verständliche Wissenschaft“, die bereits nach dem Buch von Goldschmidt, „Die Lehre von der Vererbung“, entstanden war. Der Verfasser ist u. a. durch seine Beiträge „Genetik und Evolutionsforschung bei Pflanzen“ und „Die Evolution der Nutzpflanzen als Modell für die Evolution der gesamten Pflanzenwelt“ in Heberer „Die Evolution der Organismen“ bekannt. Der Stoff ist in Anlehnung an die genannten Arbeiten behandelt und zweckmäßig eingengt. Sein Inhalt gliedert sich in vier Hauptabschnitte. Im ersten — Von der Wildpflanze zur Kulturform (52 S.) — behandelt der Verfasser die Abstammung der Kulturpflanzen von den Wildpflanzen, die Sammelpflanzen als Ausgangsform der Kulturpflanzen und vor allem den Unterschied zwischen Wildpflanzen und Kulturformen.

Das wichtigste Kapitel ist der 2. Abschnitt — Die erblichen Grundlagen für die Entstehung der Kulturpflanzen (44 S.). — Die Kulturpflanzen entstehen nicht durch intensive pflanzenbauliche Maßnahmen, vielmehr ist die Abänderung des Erbgutes eine unbedingte Voraussetzung für die Bildung neuer Merkmale. Lupinen und Kohl werden neben anderen ausführlich als Beispiele für Genmutationen besprochen. Weiterhin werden Chromosomenmutationen und die Möglichkeit der Kreuzung zur Vereinigung und Neuentstehung von Kulturpflanzenmerkmalen erwähnt. Im Mittelpunkt steht dabei, sehr ausführlich beschrieben, die Polyploidie.

Im 3. Abschnitt — Der Einfluß der Umwelt auf die Entstehung der Kulturpflanzen (24 S.) — ist der Besprechung der natürlichen und künstlichen Auslese die Auffassung Vavilows vorangestellt, wonach die Pflanzenzüchtung einen Eingriff des Menschen in die Formenentstehung der Pflanzen bedeutet. In Anlehnung an Vavilow werden die Heimatgebiete der Kulturpflanzen aufgeführt und die Unterschiede zwischen primären und sekundären oder

Stauungszentren erläutert. Interessant ist der Hinweis auf teilweise „Entartung“ der Kulturpflanzen, wobei Eigenschaften betrachtet werden, die der Mensch als besonders wertvoll ansieht, die es aber der Pflanze unmöglich machen, ohne ständige Pflege am Leben zu bleiben und sich fortzupflanzen.

Der 4. Abschnitt — Die Geschichte der Pflanzenzüchtung — die Geschichte eines vom Menschen gelenkten Evolutionsvorganges (22 S.) — stellt neben der geschichtlichen Betrachtung eine Zusammenfassung und eine Aufzählung von „uralten“ Kulturpflanzen dar.

Das Buch ist in seiner allgemeinverständlichen Darstellung auch schwieriger wissenschaftlicher Probleme anerkennenswert. Diese Forderung der Schriftenreihe hat der Verfasser voll erfüllt. Da das Buch aber wegen seiner Allgemeinverständlichkeit auch für Nichtfachleute bestimmt ist, erscheint es angebracht, gewisse Ausführungen über die Polyploidie näher zu erwähnen. Der Verfasser schreibt u. a. „... daß bei den Polyploiden mit Hilfe ständiger Auslese Leistungen erzielt werden können, die nichtpolyploide Pflanzen niemals zustande bringen können...“ (S. 95). Die Abbildung (38, S. 81) einer Pflanze vom synthetischen Raps, der durch die Kreuzung zwischen tetraploidem Rübsen und tetraploidem Kohl entstanden ist, hat den Zusatz: „Man beachte die starke Heterosis (= Bastardwüchsigkeit) des Rapses im Vergleich zu den Elternarten.“ Eine andere Abbildung (46, S. 91) zeigt eine nichtpolyploide Stoppelrübe und eine Rübe gleicher Sorte mit verdoppelter Chromosomenzahl, die mehr als die doppelte Größe gegenüber der nichtpolyploiden hat. Solche Angaben legen Nichtfachleute leider häufig anders aus als es vom Verfasser beabsichtigt ist. Gerade bezüglich der Polyploidie sind schon oft in populären Darstellungen übertriebene Forderungen an die Pflanzenzüchtung gestellt worden. Die Genomvermehrung als Züchtungsmethode hat zweifellos Fortschritte erreicht, und bei intensiver Weiterarbeit werden noch manche Erfolge erzielt werden können. Für Laien ist es aber schwierig zu unterscheiden, inwieweit es sich um allgemeine Ergebnisse mit praktischer Verwendbarkeit handelt oder um Einzelergebnisse.

Am Rande sei vermerkt, daß bei den Abbildungen kleine Versehen unterlaufen sind.

Diese Hinweise sollen im ganzen den Wert des Büchleins nicht schmälern. Es ist dem Verfasser gelungen, in aktueller Darstellung zu zeigen, daß die Kulturpflanzen ein Werk des Menschen sowie Voraussetzung und Teil jeder hochentwickelten Kultur sind. Der Leser — Fachmann und Nichtfachmann — erhält viele Anregungen und einen guten Überblick über diesen wichtigen Problemkreis der Evolution.

Feltz, Rosenhof.

Schwerdtfeger, F., Die Waldkrankheiten. 2. neubearb. Aufl. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1957. 486 S., 199 Abb. Ganzleinen 39,40 DM.

Im Gegensatz zum angelsächsischen Schrifttum herrscht bei uns ein ausgesprochener Mangel an Lehrbüchern, die das Gesamtgebiet der Phytopathologie behandeln. Die ausgezeichneten Einzeldarstellungen gewisser Teilgebiete vermögen diesen Mangel nicht zu beheben, und das Handbuch der Pflanzenkrankheiten bleibt, soweit es überhaupt schon wieder dem heutigen Stande unseres Wissens angepaßt ist, für den Studierenden unerschwinglich. Das vorliegende Werk ist seit über einem Jahrzehnt die einzige rühmliche Ausnahme, die sich gegenüber den angelsächsischen Werken noch dadurch auszeichnet, daß auch die tierischen Schädlinge gleichrangig berück-

sichtigt sind. Wenn es auch nur die in mancherlei Hinsicht ihre eigenen Gesetzmäßigkeiten aufweisenden Waldkrankheiten zum Gegenstand hat, kommt ihm doch in seinen Abschnitten über die allgemeine Phytopathologie grundsätzliche und generelle Bedeutung zu. Denn Schwerdtfeger beschränkt sich nicht nur auf eine Wiedergabe und Beschreibung der Krankheiten und Schädlinge des Waldes und ihre Bekämpfung, sondern, er betrachtet den Wald und seine Erkrankungen unter einem ganzheitlichen Aspekt, er liefert eine vorbildliche Gesamtdarstellung der Entstehung und des Verlaufs der Erkrankungen unter Berücksichtigung der auf Seiten des Waldes bzw. des einzelnen Baumes wie auf Seiten der Krankheitserreger erforderlichen Voraussetzungen.

Die erste, 1944 erschienene Auflage des Buches war in kürzester Zeit vergriffen. Die 1950 erschienene gekürzte Fassung konnte das ursprüngliche Werk nicht vollgültig ersetzen. Es wird daher in weitesten Kreisen befriedigen, daß das Standardwerk nunmehr in erweiterter, stark überarbeiteter Auflage neu erschienen ist. Die rühmenden Besprechungen, die den „Waldkrankheiten“ seinerzeit gezollt wurden, und der schnelle Absatz des Buches haben dem Verf. gezeigt, daß er auf dem richtigen Wege war. Die alte Einteilung des Stoffes ist daher mit Recht beibehalten worden. Im Text finden sich aber überall Verbesserungen und zum Teil erhebliche Erweiterungen, wie sie durch die Fortschritte unserer Forschungen erforderlich waren. Man bemerkt das vor allem bei den Abschnitten über den Massenwechsel der Insekten und über die chemische Bekämpfung. Aber auch sonst ist überall die gründliche Durchsicht zu erkennen, die das Schrifttum bis zum Jahre 1956 berücksichtigt hat. Daß der Erweiterung des Textes viele Abbildungen zum Opfer gefallen sind, ist bedauerlich. Auch die Umstellung von Autotypen auf Strichätzung ist in dem einen oder andern Falle nicht zum Vorteil gewesen. Aber das sind Dinge, die bei der Gesamtbeurteilung nicht ins Gewicht fallen.

Es ist müßig, einem Buche, das so bewährt und geschätzt ist, dessen Neuauflage seit vielen Jahren so ersehnt wurde, eine besondere Empfehlung mit auf den Weg zu geben. Nicht nur die Forstleute aus der Wissenschaft wie aus der Praxis, sondern alle Biologen, insbesondere die Phytopathologen und Entomologen, danken dem Verf. für seine mustergültige Arbeit. Dem Verlag gebührt Dank, daß er das Buch relativ preiswert liefert, und daß somit auch den Studierenden die Möglichkeit gegeben ist, dieses in der deutschsprachigen phytopathologischen Fachliteratur einmalige Werk zu erwerben.

H a s s e b r a u k, Braunschweig.

Vogel, F., Boden und Landschaft. Mit Aufnahmen von E. Boese, herausgeg. von der Landwirtschaftlichen Bildberatung München 1957. 63 S., 50 farb. Abb. Brosch. 11,80 DM.

Verfasser hat aus einer umfangreichen Reihe von Farbaufnahmen eine Auswahl getroffen mit dem Ziel, die wichtigsten Bodentypen und Bodenarten, bestimmte weit verbreitete Böden Bayerns in Zusammenhang mit der Landwirtschaft, außerdem einige pflanzenbauliche Besonderheiten in Abhängigkeit vom Boden und von alten kulturellen Einflüssen auf den Boden darzustellen. Die recht gut gelungenen Aufnahmen wurden von E. Boese erstellt und sind im Druck, der bekanntlich erhebliche Schwierigkeiten bietet, instruktiv wiedergegeben. An einer Reihe von 50 farbigen

Bildern wird die Entwicklung der Böden in ihrem Zusammenhang mit der Landschaft, ihrer Bewachung, Nutzung und Bewirtschaftung im Laufe längerer Zeiträume aufgezeigt und in kurzen Erläuterungen, die jeder Abbildung beigegeben sind, werden die bodenkundlichen und pflanzenbaulichen Voraussetzungen im Rahmen der umgebenden Landschaft leicht verständlich für den praktischen Landwirt erläutert. Auf zahlreiche interessante und auch wichtige Einzelheiten kann leider im Rahmen einer kurzen Besprechung nicht eingegangen werden. Wenn der Verfasser sich als Aufgabe gestellt hat, den den Boden bearbeitenden Menschen zu veranlassen, über die besonderen Verhältnisse seiner engeren Heimat nachzudenken, außerdem den Zusammenhang von Boden und Landschaft zu erfassen und letzten Endes auf Grund dieser Überlegungen die Organisation und Führung seines eigenen landwirtschaftlichen Betriebes kritisch zu überprüfen, so kann man nur feststellen, daß es ihm geglückt ist, diese Aufgabe mit vollem Erfolg zu lösen. Mit dieser Bilderreihe hat der Verfasser den bayrischen Landwirten, für welche die Broschüre gedacht ist, sicherlich einen großen Dienst erwiesen. Es bleibt nur zu wünschen, daß auch für die Landwirte anderer Länder der Bundesrepublik in ähnlich leicht verständlicher Form entsprechende Unterlagen zur Verfügung gestellt werden.

E. T a m m, Berlin.

Personalnachrichten

Unser Mitglied Direktor Dr. Ferdinand Beran, Wien, ist zum Hofrat ernannt worden.

Unser Mitglied Prof. Dr. Hans Braun, Bonn, ist von den Universitäten Moskau und Leningrad zu Gastvorlesungen eingeladen worden.

Unser Mitglied Prof. Dr. Walther Brouwer, Hohenheim, wurde für das Amtsjahr 1958/59 zum Rektor der Landwirtschaftlichen Hochschule gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Richard Harder, Göttingen, wurde von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Gießen zum Ehrendoktor ernannt.

Unserem Mitglied Georg Heidenreich, Bad Schwartau, wurde das Bundesverdienstkreuz am Bande verliehen.

Unser Mitglied Dr. Wilhelm Holz, Oldenburg (Oldb), wurde zum Landwirtschaftsrat ernannt.

Unserem Mitglied Dobimar von Kameke, Böttingen, wurde das Bundesverdienstkreuz am Bande verliehen.

Unser Mitglied Prof. Dr. Dr. h. c. Hans Kappert, Münster (Westf.), wurde zum Honorarprofessor ernannt. Gleichzeitig wurde ihm ein Lehrauftrag für das Fachgebiet Genetik und Pflanzenzüchtung erteilt.

Unserem Mitglied Prof. Dr. Paul Pelshenke, Detmold, wurde von der Spanischen Gesellschaft für Getreideforschung die Ehrenmitgliedschaft verliehen.

An unser Mitglied Prof. Dr. André Pirson, Marburg, ist ein Ruf auf den Lehrstuhl für Allgemeine Botanik und als Direktor des Botanischen Instituts und Gartens an der Universität Göttingen ergangen.

Unser Mitglied Ministerialdirigent a. D. Prof. Dr. Werner Schulze, Hannover, wurde von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft mit der silbernen Max-Eyth-Denkmünze „Dem Mitarbeiter“ ausgezeichnet.

Unser Mitglied Dr. Reinhold von Sengbusch, Hamburg-Volksdorf, wurde vom Senat Hamburg zum Honorarprofessor in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg ernannt.

Unserem Mitglied Hofrat Prof. Dr. Dr. h. c. Erich von Tschermak-Seysenegg, Wien, wurde das Österreichische Ehrenzeichen für Wissenschaft und Kunst verliehen.

Aus der Mitgliederbewegung

Anschriftenänderungen und Berichtigungen

- Bautz, Dr. Elisabeth, Freiburg, ist zu streichen.
 Blunck, Prof. Dr. Dr. h. c. Hans, Pech, ist zu streichen.
 Brod, Dr. Gerhard, (14 a) Stuttgart-O, Gänsheidestr. 93 b.
 Drawert, Dr. Horst, o. Professor, Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Freien Universität, (1) Berlin-Dahlem, Haderslebener Straße 9.
 Fischer, Dr. Hermann, Regierungs-Landwirtschaftsrat, Leiter des Pflanzenschutzamts, (24 b) Kiel, Westring 383.
 Funk, Professor Dr. Georg, Gießen, ist zu streichen.
 Ochs, Dr. Gertrud, Botanisches Institut der Universität, (17 b) Freiburg (Br.), Schänzlestr. 9/11.
 Rusch, Dr. Reinhart, (1) Berlin-Frohnau, Am grünen Zipfel 1.
 Schmitz, Dr. Otto, Fürstenberg, ist zu streichen.
 Schulz, Dr. Georg, Hann. Münden, ist zu streichen.
 Torka, Margarete, Rosenhof, ist zu streichen.
 Wächtershäuser, Dr. Heinz, Gießen, ist zu streichen.

Todesfälle

- Von unseren Mitgliedern haben wir durch den Tod verloren:
 Prof. Dr. Dr. h. c. Hans Blunck, Pech bei Bad Godesberg, am 12. Januar 1958 im 73. Lebensjahr.
 Prof. Dr. Georg Funk, Gießen, am 24. Januar 1958 im 72. Lebensjahr.

IX. Internationaler Kongreß für Botanik Montreal (Kanada) 1959

Der IX. Internationale Kongreß für Botanik wird vom 19. bis 29. August 1959 in Montreal (Kanada) an der McGill Universität und der Universität Montreal abgehalten werden. Das Programm wird Vorträge und Symposien aus allen Zweigen der reinen und angewandten Botanik umfassen.

Einzelheiten über Programm, Unterkunft, Exkursionen usw. sind den Rundschreiben zu entnehmen, die bei folgender Adresse anzufordern sind: Secretary-General, IX International Botanical Congress, Science Service Building, Ottawa (Canada).

Versuche mit Wuchsstoffkombinationen zur Dannessel- und Knöterichbekämpfung im Getreide

Von

W. Holz

Die D a n n e s s e l — im übrigen Deutschland A c k e r h o h l z a h n genannt — *Galeopsis tetrahit* und die beiden Knötericharten *Polygonum lapathifolium* und *Polygonum persicaria* spielen in den ausgedehnten Moorgebieten Nord- und Nordwestdeutschlands als Unkräuter im Getreide eine bedeutende Rolle. Sie gedeihen dort so üppig, daß sie das Getreide stark bedrängen und andere Unkräuter kaum hochkommen lassen. Während die Dannessel in erster Linie auf den reinen Hochmoorflächen vorkommt, finden wir die Knötericharten mehr auf den Übergangsböden vom Moor zur Marsch. Auf beiden Bodentypen sind sie jedoch meist zunächst im Frühjahr nebeneinander als Mischverunkrautung vorhanden. Erst später im Laufe der Vegetation setzt sich entweder die Dannessel (auf Hochmoor) oder der Knöterich (auf Übergangsböden) durch. Vernichtet man z. B. die Dannessel auf ihrem typischen Standort, dem Hochmoor, f r ü h z e i t i g, breiten sich hinterher die Knötericharten sehr stark aus und bedecken den Boden dann häufig wie ein Teppich. Erfolgt dagegen die Vernichtung der Dannessel in einem späteren Stadium, d. h. wenn sie den Knöterich schon durch ihren kräftigen Wuchs unterdrückt hat und das inzwischen herangewachsene Getreide ebenfalls ein Auflaufen des Knöterichs nicht mehr zuläßt, bleibt der Boden frei von Knöterich. Diese Tatsache ist — wie wir später sehen werden — für die Bestimmung des Bekämpfungstermins bei der Dannessel wichtig.

Die Bekämpfung beider Unkräuter ist sowohl mit Kalkstickstoff als auch mit DNC-Mitteln ohne weiteres möglich. Kalkstickstoff wenden die Landwirte jedoch vielfach aus Furcht vor Lagergetreide ungern an, und die DNC-Mittel sind zeitlich begrenzt anwendbar, nämlich nur bis zum 2- bis 4-Blatt-Stadium der Unkräuter. Gegen ältere Pflanzen ist ihre Wirkung unzureichend. Da die Unkrautbekämpfung aber heute in erster Linie in den Händen von Lohnunternehmern bzw. Spritzgemeinschaften liegt, mußte nach Mitteln gesucht werden, die zwecks wirtschaftlicherer Ausnutzung der Geräte einen längeren Einsatz gestatteten. Hierfür kamen ihrem ganzen Wesen nach nur Wuchsstoffherbizide in Frage, deren Einsatzzeit erst mit dem Erscheinen des 6. Getreideblattes beginnt und mit dem Ährenschieben aufhört.

Schon unsere ersten Versuche vor 5 Jahren mit einem T M - Mittel (Kombination von 2,4,5-T+MCPA) ließen deutlich erkennen, daß diese Wuchsstoffkombination eine ausgezeichnete Wirkung

gegen die *Dannessel* besitzt, allerdings den *Knöterich* nicht schädigt. Die *Dannessel* treibt unter der Einwirkung dieser Wuchsstoffkombination von der Basis bis zur Spitze Adventivwurzeln, sogar bis auf die Hauptnerven der Blätter, und zwar in allen Stadien bis zur Blüte und verrottet dann unten im Getreide. Die Abtötung dieses Unkrautes dauert etwas länger ($2\frac{1}{2}$ bis 3 Wochen) als bei den meisten Unkräutern, da sie über die allein schon eine gewisse Zeit in Anspruch nehmende Wurzelbildung an den oberirdischen Pflanzenteilen erfolgt, was eine restlose Erschöpfung der Pflanzen zur Folge hat. Bei der Empfehlung in der Praxis muß auf die Tatsache des langsamen Absterbens hingewiesen werden, da sonst bei Betrachtung kurz nach der Spritzung falsche Schlußfolgerungen gezogen werden.

Die in den darauf folgenden Jahren auf Grund umfangreicher Versuche im gesamten Bundesgebiet amtlich anerkannten Mittel dieser Art fanden schnell in den bekannten *Dannessel*gebieten Eingang. Die anfangs vielfach gehegten Befürchtungen evtl. Getreideschädigungen und stärkerer Ertragsdepressionen durch die TM-Ester haben sich auf unseren stark *dannessel*verseuchten Flächen als nicht berechtigt erwiesen. Es ist uns bei unseren Ertragsversuchen auf derartigen Flächen bisher nicht gelungen, diese Ertragsdepressionen zu erfassen. Kleine Differenzen in der Bodenbeschaffenheit oder durch Vorfrucht, Düngung usw. erwiesen sich bei der Ertragsauswertung als viel stärker. Im Gegenteil lagen in unseren Versuchen die Ertragsergebnisse der TM-Parzellen bei Vergleich mit anderen nicht so *dannessel*aktiven Wuchsstoffherbiziden auf unseren stark mit *Dannessel* verunkrauteten Flächen immer an der Spitze. Bei geringerer *Dannessel*-Verunkrautung mögen die Verhältnisse anders liegen. So konnten wir in früheren Versuchen, in denen die Parzellen frei von Unkraut gehackt und dann mit TM gespritzt worden waren, eindeutig Ertragsdepressionen feststellen, die aber bei anderen Wuchsstoffherbiziden ebenfalls mehr oder weniger zu erkennen waren. Für den Erfolg der Wuchsstoffanwendung kommt es bekanntlich immer auf die Stärke der Verunkrautung, das vorherrschende Unkraut und den Einsatz des dieses Unkraut in erster Linie erfassenden Herbizid-Typs an, wobei selbstverständlich auch dessen Getreideverträglichkeit beachtet werden muß. Bei einem derart starken *Dannessel*besatz, wie er auf den hiesigen Hochmooren durchaus an der Tagesordnung ist, ist die Anwendung einer TM-Kombination unbedingt angezeigt, da ohne Anwendung eines solchen Mittels, wie die Erfahrung gelehrt hat, die Verluste fast 100prozentig wären und die geringen möglichen Mindererträge als Folge der TM-Anwendung mehr als ausgleichend werden. Trotzdem schien uns die Frage, ob man nicht mit Mitteln mit verringertem T-Anteil in den Mischpräparaten denselben *Dannesseleffekt* ohne eine mögliche Getreideschädigung erzielen kann, wie mit den derzeitigen handelsüblichen TM-Mitteln, in denen TM im Verhältnis 1 : 1 vorliegt, wert, durch entsprechende Versuche geklärt zu werden (1. Versuchsserie). Eine weitere Frage, die uns vor allem im Zusammenhang mit dem *Knöterich* interessierte, war, ob man

nicht durch den Zusatz einer 3. Komponente, nämlich von 2,4-D, auch den Knöterich gleichzeitig mit bekämpfen kann, was uns vor allem bei der häufig vorliegenden Mischverunkrautung von Dannessel und Knöterich und im Hinblick auf das starke Nachwachsen des Knöterichs nach frühzeitiger Vernichtung der Dannessel wichtig erschien (2. Versuchsserie).

1. Versuchsserie

Versuche mit TM-Mitteln verschieden hoher T-Anteile gegen Dannessel

Die Versuche wurden 1956 begonnen und 1957 mit kleinen Abänderungen wiederholt.

Versuch 1956

1956 wurden folgende TM-Kombinationen verwendet:

TM-Mittel mit 20	% M-Ester + 20	% 2, 4, 5-T-Ester
TM-Mittel mit 30	% M-Ester + 10	% 2, 4, 5-T-Ester
TM-Mittel mit 35	% M-Ester + 5	% 2, 4, 5-T-Ester
TM-Mittel mit 37,5	% M-Ester + 2,5	% 2, 4, 5-T-Ester
anerkanntes TM-Mittel mit 20 % M-Ester + 20 % 2, 4, 5-T-Ester		

Die Prozentangaben beziehen sich auf die Säureäquivalente.

Die Aufwandmengen betrugen für alle Mittel 1,5 Liter in 600 Liter Wasser/ha. Das Versuchsfeld lag auf einer reinen Hochmoorfläche in der Nähe von Oldenburg, auf der die Dannessel den Boden zur Zeit der Spritzung am 30. Mai 1956 dicht bedeckte. Sie hatte zur Zeit der Spritzung eine Höhe von 5–10 cm und 2–3 Blattpaare gebildet. Das Getreide (Hafer) befand sich im 5- bis 6-Blatt-Stadium. Die Größe der einzelnen Parzellen betrug 30 qm in dreifacher Wiederholung. Am Spritztag war es sehr heiß und schwül und dabei windstill; in den darauf folgenden Tagen wolkig und kühl mit einzelnen Regenschauern und Tagestemperaturen um + 16 bis 18 °C. Auch im Verlauf der weiteren 3 Wochen blieb es regnerisch und kühl.

Ergebnisse des TM-Versuches 1956

Die Bonitierungen (24 und 43 Tage nach der Behandlung) erfolgten nach dem Bewertungsschema 1 bis 5, wobei 1 = sehr gute Wirkung und 5 = sehr schlechte Wirkung auf die Dannessel bedeutet. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 1) zusammengestellt.

Aus der Tabelle 1 ist zu ersehen, daß die Kombination 20 % M + 20 % T und 30 % M und 10 % T sowie das anerkannte TM-Mittel die Dannesseln sehr gut bzw. gut vernichtet hatten. Bei den Mitteln mit geringerem T-Anteil war die Wirkung deutlich schwächer. Ebenso nahm die rhizogene Wirkung auf die oberirdischen Teile der Dannessel mit fallendem T-Anteil stark ab. Die Dannesseln aus den Parzellen 20 % T + 20 % M waren im allgemeinen bis zur Spitze hin bewurzelt, während die mit den niedrigsten T-Anteilen behandelten lediglich unten über dem Erdboden Luftwurzeln gebildet hatten. Bis zur Bildung der Luftwurzeln vergingen etwa 14 Tage. Dann erfolgte das Absterben und Verrotten der Pflanzen je nach Schädigungsgrad mehr oder weniger

Tabelle 1

Wirkung verschiedener TM-Kombinationen auf die
Dannessel (ausgedrückt in Wertzahlen) — Versuch 1956 —

Mittel	1. Bonitierung 24 Tage nach der Behandlung Wiederholungen				2. Bonitierung 43 Tage nach der Behandlung Wiederholungen			
	a)	b)	c)	Durch- schnitt	a)	b)	c)	Durch- schnitt
20 % M + 20 % T	2	2	2	2	1	1	1	1
30 % M + 10 % T	2	2	2	2	2	2	2	2
35 % M + 5 % T	3,2	3	3	3,1	3,2	3	2,8	3
37,5 % M + 2,5 % T	3	3	3	3	3,2	4	3,8	3,6
anerk. TM-Mittel	2	2	2	2	1	1	1,5	1,2
Unbehandelt	5	5	5	5	5	5	5	5

schnell, wobei sie bei feuchtem Wetter häufig — vor allem am Hauptstengel — mit einem weißen Schimmelbelag überzogen waren. Interessant war in diesem Versuch auch die Beobachtung, daß in den Parzellen, in denen die Dannessel vernichtet oder teilweise vernichtet war, an ihrer Stelle sich der Knöterich breitmachte. Er bildete in diesen Parzellen einen regelrechten grünen Teppich im Getreide. Die Behandlung war hier also zu früh, d. h. in einem Stadium durchgeführt worden, als der Knöterich noch nicht durch die Dannessel unterdrückt worden war, sondern sich noch mit dieser im Konkurrenzkampf befand. Durch den Ausfall der Dannessel bekam der Knöterich, wie wir einleitend schon schilderten, dann Luft und konnte sich kräftig entwickeln. Das Getreide sah wenige Tage nach der Spritzung, vor allen Dingen bei den T-reicheren TM-Mischungen, etwas zerzaust aus. Die einzelnen Pflanzen fielen etwas auseinander. Dieses Bild wuchs sich jedoch innerhalb der nächsten Wochen wieder aus. Lediglich bei genauem Hinsehen erkannte man später noch, daß die Getreidehalme im untersten Knoten einen ganz leichten Knick besaßen. Schädigungen an den Rispen oder sonst irgendwelche Schädigungen wie Verbinsung, Taubährigkeit usw. wurden nicht beobachtet. Sie sind uns auch aus der Praxis bei ordnungsgemäßer Anwendung der TM-Mittel unter den hiesigen besonderen Verhältnissen niemals bekannt geworden.

Versuch 1957

1957 wurde der Versuch auf einer benachbarten Hochmoorfläche bei Oldenburg wiederholt. Fruchtart war wiederum Hafer. Folgende Mittel bzw. Mittelkombinationen standen diesmal zur Verfügung:

TM-Mittel mit 20 % M-Ester + 20 % 2, 4, 5-T-Ester
 TM-Mittel mit 30 % M-Ester + 10 % 2, 4, 5-T-Ester
 TM-Mittel mit 35 % M-Ester + 5 % 2, 4, 5-T-Ester
 TM-Mittel mit 37,5 % M-Ester + 2,5 % 2, 4, 5-T-Ester
 M-Mittel MCPA-Ester (40 %)
 T-Mittel 2, 4, 5-T-Ester (40 %)



Abb. 1. Junge Danne-selpflanzen nach TM-Behandlung, starke Adventivwurzelbildung vor allem am unteren Stengelteil. (Foto: PSA Oldenburg)

Die Parzellengröße betrug 20 qm in viermaliger Wiederholung. Der Hafer hatte zur Behandlungszeit 6–7 Blätter entwickelt und wurde bereits von den Danne-seln, die diesmal schon etwa 20 cm hoch waren und bereits Verzweigungen zeigten, überwuchert. Sämtliche Mittel wurden in Aufwandmengen von 1 Liter in 600 Liter/ha ausgebracht. Der Himmel war am Spritztag (27. Mai 1957) bei Temperaturen von 15–17 °C etwas bewölkt. Am folgenden Tag war der Himmel klar, in der darauf folgenden Nacht kühlte es sich bis auf 0 °C ab. In den folgenden Wochen war es sonnig warm mit Temperaturen, die häufig über 25 °C anstiegen; dazwischen gelegentliche Gewitterschauer.



Abb. 2. Etwas ältere Dannesselpflanzen mit Wucherungen und Adventivwurzelbildung bis in die Spitze. Vegetationsspitze klein und verkümmert. (Foto: PSA Oldenburg)



Abb.3. Fast ausgewachsene Danne-selpflanze nach TM-
Behandlung, Adventivwurzelbildung bis in die Spitze.
(Foto: PSA Oldenburg)



Abb. 4. Als Folge der TM-Behandlung entblätterte und im Absterben begriffene Dannessel. Auf den Stengeln ist bereits weißer Schimmelüberzug zu erkennen.
(Foto: PSA Oldenburg)

Ergebnisse der TM-Versuche 1957:

Die Feststellung der Schädigungsgrade erfolgte wieder in Wertzahlen 1–5. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle (Tab. 2) zusammengestellt.

Tabelle 2

Wirkung verschiedener TM-Kombinationen auf die Dannelsel (ausgedrückt in Wertzahlen) — Versuch 1957 —

Mittel	1. Bonitierung 7 Tage nach der Behandlung Wiederholungen					2. Bonitierung 25 Tage nach der Behandlung Wiederholungen				
	a)	b)	c)	d)	Durchschnitt	a)	b)	c)	d)	Durchschnitt
20 % M + 20 % T	3	2,5	3	2,5	2,7	1,5	1,2	2	2	1,7
30 % M + 10 % T	3,5	4	3,5	3,5	3,6	3	2,5	2,5	2	2,5
35 % M + 5 % T	4	4	4,5	4	4,1	2,5	2,5	3	3	2,7
37,5 % M + 2,5 % T	4	3,5	4	4	3,9	4,5	3,5	3	3,5	3,6
MCPA (40 %)	4,5	4,5	4,5	4	4,5	3,5	4	3,5	3,5	3,6
2, 4, 5-T 40 %	2	2,5	2	2	2,1	1	1,2	1	1	1,1
Unbehandelt	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Aus diesem Versuch geht wieder deutlich hervor, daß die T-Komponente in erster Linie die dannesselwirksame Komponente in der Kombination darstellt. Je stärker sie in den Mischungen vorhanden war bzw. dort, wo sie allein angewandt wurde, war die Wirkung am stärksten (Abtötung 90–100 %). Das Mittel mit 10 % T-Anteil hatte die Dannelseln zu etwa 70–85 % vernichtet. Bei den übrig gebliebenen Unkrautpflanzen reichte die Wurzelbildung bis etwa zur Hälfte, bei einigen sogar bis in die Spitze. Ein Teil dieser stark bewurzelten Pflanzen ging später auch noch zugrunde. Bei den nur 2,5 bzw. 5 % T enthaltenden TM-Mitteln betrugen die Vernichtungsprozente etwa 50–60 %. Die übrigen Pflanzen waren zwar auch geschädigt, wuchsen aber noch weiter und kamen nachher auch noch zur Blüte. Sie erreichten etwa $\frac{3}{4}$ der Haferhöhe. Das reine M-Mittel hatte in diesem Versuch die Dannelsel nur ungenügend abgetötet. Da bei diesem Versuch die Spritzung später durchgeführt worden war, und zwar erst, nachdem der Knöterich bereits durch die üppig wachsende Dannelsel unterdrückt worden war, kam hier in den „T-reichen“ Parzellen nach Vernichtung der Dannelsel kein Knöterich mehr hoch. Der Boden blieb vollkommen rein.

Bis auf das bereits beim 1. Versuch beobachtete Auseinanderfallen der Getreidepflanzen kurz nach der Spritzung konnten auch hier keine Schäden beobachtet werden. Das Getreide hatte vor allen Dingen in den mit einem höheren T-Anteil gespritzten Parzellen durch den Ausfall der Dannelsel Luft bekommen und stand dort sehr gut.

4 Tage nach der letzten Bonitierung, also am 25. Juli 1957, wurden aus allen Parzellen die Dannesseln von je einem qm unmittelbar über dem Erdboden abgeschnitten und gewogen. Das Ergebnis ist aus nachfolgender Tabelle (Tab. 3) zu ersehen:

Tabelle 3
Dannesselgewichte in Gramm je Quadratmeter
(Versuch 1957)

Mittel	Wiederholungen				Summe	Durchschnitt
	a)	b)	c)	d)		
20 % M + 20 % T	190	465	65	190	910	228
30 % M + 10 % T	600	480	460	345	1885	471
35 % M + 5 % T	1010	560	340	470	2380	595
37,5 % M + 2,5 % T	790	800	1020	455	3065	766
MCPA (40 %)	560	1050	590	430	2630	658
2, 4, 5-T (40 %)	80	220	70	95	465	116
Unbehandelt	1840	1550	1070	1950	6410	1602

Deutlicher als in vorstehender Tabelle kann die zunehmende Wirkung steigender T-Anteile in den Mischungen auf die Dannessel wohl kaum demonstriert werden. Hier erübrigen sich weitere Erläuterungen.

Insgesamt geht aus den Versuchen der 1. Versuchsserie hervor, daß, wenn auch die reinen 2,4,5-T-Mittel und die zu gleichen Teilen T und M enthaltenden Präparate in der Dannesselwirkung an der Spitze lagen, doch auch die Wirkung der nur 10 % T enthaltenden Präparate sehr beachtenswert ist. Wir sind sogar der Meinung, daß dieser Kombination auf weniger stark dannesselverunkrauteten Flächen — das sind wohl die Mehrzahl der Flächen — und in Getreidebeständen, in denen andere, mit MCPA leicht bekämpfbare Unkräuter stärker vorhanden sind, der Vorzug zu geben ist. Wenn schon in unserem Falle mit dieser Kombination ein fast ausreichender Effekt erzielt wurde, dürfte er dort auf jeden Fall erreicht werden. Damit wäre auch für andere Getreideanbauggebiete mit nicht so extremen Dannesselverhältnissen eine geeignete TM-Verbindung gefunden, bei der evtl. Getreideschädigungen infolge des stark reduzierten T-Anteils kaum noch zu befürchten wären. Es wäre zu begrüßen, wenn die Industrie diesen Gedanken aufgreifen würde.

2. Versuchsserie

Versuche mit TMD- und anderen 2,4-D-Kombinationen zur gleichzeitigen Vernichtung des Knöterichs

Der Versuch wurde wieder auf einer Hochmoorfläche in der Nähe von Oldenburg zu Hafer durchgeführt. Es lag eine starke Mischverunkrautung vor, woran die beiden Knötericharten

Der Versuch bestätigt in bezug auf die D a n n e s s e l das bereits in den vorhergehenden Versuchen Festgestellte. In allen Parzellen, in denen mit einem 2,4,5-T-haltigen Mittel gespritzt worden war, war die D a n n e s s e l bei der 2. Bonitierung deutlich zurückgegangen. Die Schädigungsbilder waren die gleichen wie bei den früheren Versuchen. Was die Wirkung der Mittel auf den K n ö t e r i c h betraf, mußten wir feststellen, daß dieser selbst mit dem reinen 2,4-D-Mittel nur ganz ungenügend geschädigt worden war. In allen Parzellen bildete er noch einen dichten Rasen, der lediglich in einigen 2,4-D-Parzellen etwas gestaucht erschien.

Am 22. Juli 1957, also 54 Tage nach der Behandlung, führten wir in allen Parzellen L ä n g e n m e s s u n g e n durch. Dabei wurden in jeder Parzelle 100 K n ö t e r i c h p f l a n z e n gemessen und die Durchschnittslängen errechnet. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle (Tab. 5) zusammengestellt.

Tabelle 5

Wirkung verschiedener Wuchsstoffe bzw. Wuchsstoffkombinationen auf das Längenwachstum von Knöterichpflanzen

(Durchschnittslängen von 100 Pflanzen in cm)

Mittel	Wiederholungen				Durchschnitt
	a)	b)	c)	d)	
MCPA	14,1	16,0	23,1	16,2	17,4
2, 4-D	10,3	11,5	13,1	14,4	12,3
2, 4, 5-T	17,4	16,4	17,4	21,7	18,2
M + D	12,1	14,8	17,9	19,2	16,0
M + T	17,9	18,7	19,1	16,2	18,0
D + T	13,7	17,1	15,1	17,1	15,8
M + D + T	19,9	13,1	18,9	17,2	17,3
Unbehandelt	22,5	27,9	28,0	24,7	25,8

Wenn auch die Pflanzen, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, in den einzelnen Wiederholungen stark unterschiedliche Größen aufwiesen, so ist doch aus den Durchschnittswerten (letzte Spalte der Tabelle), was mit dem bloßen Auge schon zu erkennen war, zu sehen, daß die Knöterich-Pflanzen in den reinen „2,4-D-Parzellen“ deutlich kürzer waren.

Am 24. Juni und am 25. Juli, also 27 bzw. 48 Tage nach der Behandlung, versuchten wir, durch Gewichts feststellung die Wirkungsunterschiede zu erfassen, und zwar am 24. Juni sowohl bei D a n n e s s e l und K n ö t e r i c h und am 25. Juli nur bei K n ö t e r i c h. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengestellt.

Tabelle 6

Ergebnisse der Gewichtsfeststellung vom 24. 6. 1957
(Gewichte in Gramm je Quadratmeter — Durchschnittswerte von vier Wiederholungen)

Mittel	Dannessel g	Knöterich g
MCPA	101	345
2, 4-D	170	412
2, 4, 5-T	0	360
M + D	101	380
M + T	5	437
D + T	15	422
M + D + T	38	405
Unbehandelt	236	402

Aus der vorstehenden Tabelle ist wiederum sehr schön die Wirkung der T-Komponente — allein oder in Verbindung mit M oder D oder M + D — auf die Dannessel ersichtlich. Je höher der T-Anteil um so stärker die Dezimierung der Dannessel. Da in diesem Versuch die Spritzung sehr zeitig durchgeführt wurde, kommt hier auch die Wirkung von MCPA auf die Dannessel zur Geltung, die, wenn auch nicht ausreichend, so doch deutlich erkennbar ist, und zwar sowohl bei alleiniger Anwendung als auch in der Kombination mit 2,4-D.

Keine Unterschiede hingegen wiesen bei dieser ersten Bonitierung die Knöterichgewichte auf. Die in der Tabelle 5 festgestellten geringen Stauchungen der Knöterichpflanzen in den 2,4-D-Parzellen kamen also bei dieser Bonitierung noch nicht zum Ausdruck. Erst bei der Bonitierung am 25. Juli 1957, die zeitlich auch etwa mit den in Tab. 5 wiedergegebenen Längenmessungen zusammenfiel, zeigten die 2,4-D-Parzellen die niedrigste Gewichtsanzahl (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7

Ergebnisse der Gewichtsfeststellungen vom 25. 7. 1957
Gewichte in Gramm je Quadratmeter

(Durchschnittswerte von vier Wiederholungen)

Mittel	Knöterich
MCPA	418
2, 4-D	304
2, 4, 5-T	383
M + D	423
M + T	557
D + T	542
M + D + T	453
Unbehandelt	448

Insgesamt war die Wirkung aber auch hier unzureichend. Wir sehen aus diesem Versuch, daß, wenn schon reine 2,4-D-Mittel nicht ausreichen, den Knöterich zu vernichten, die geringen 2,4-D-Zusätze in den Kombinationen auf keinen Fall befriedigen konnten. Eine Lösung des Problems ist also auf diese Weise nicht zu erreichen. Bei Mischverunkrautung von Dannessel und Knöterich kann man dem Knöterich u. E. nur dadurch begegnen, daß man — wie es in dem 2. Versuch der 1. Versuchsserie geschehen ist und wie es von der Praxis durchgeführt wird — die TM-Spritzung erst dann durchführt, wenn die Dannessel den Knöterich bereits überwuchert hat; so daß er nach Ausfall der Dannessel in dem inzwischen herangewachsenen Getreide nicht mehr hochkommt oder durch zeitige Anwendung von DNC-Mitteln. Vielleicht bietet sich in den 2,4-DP-Mitteln noch eine Möglichkeit; dieser Frage soll in der kommenden Vegetation nachgegangen werden.

Zusammenfassung

1. Es wird über die guten praktischen Erfahrungen mit den bereits amtlich anerkannten Kombinationsherbiziden aus 2,4,5-T + MCPA mit einem TM-Verhältnis von 20 : 20 bei der Dannesselbekämpfung im Getreide berichtet.
2. Aber auch mit Mitteln mit einem TM-Verhältnis von 10 : 30 konnten in Versuchen voll befriedigende Erfolge gegen die Dannessel erzielt werden. Geringere T-Mengen in der Kombination genügten nicht.
3. Durch einen Zusatz von 2,4-D zur TM-Kombination zur gleichzeitigen Bekämpfung des Knöterichs wurde keine befriedigende Abtötung dieses Unkrautes erreicht.

Abschließend sei noch erwähnt, daß die Versuchsprodukte der 1. Versuchsserie von der BASF und die der 2. Versuchsserie von den Farbenfabriken Bayer zur Verfügung gestellt wurden. Beiden Firmen sei hierfür verbindlichst gedankt.

Literatur

- Holz, W.: Die Bekämpfung der Dannessel (*Galeopsis tetrahit* L.) mit 2,4, 5-T-haltigen Mitteln. Mitt. d. Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 87, 1957, 99—103.
- Leicht, A.: Bekämpfung von *Galeopsis*-Arten mit MCPA + 2,4, 5-T-Mitteln. Mitt. d. Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 87, 1957, 103—106.

Aus dem Pflanzenphysiol. Institut der Universität Wien

Die Unkrautvegetation auf Bahnkörpern im Hinblick auf die Bekämpfung mit herbiziden Wuchsstoffen

Von

Gertraud Repp

Einleitung

Die bauliche Erhaltung der Bahnstrecken erfordert bekanntlich auch eine Freihaltung des Gleisschotter und der Seitenwege von Pflanzenwuchs. Die Schotterunterlage der Bahngleise bezweckt ja, eine feste und vor allem trockene Unterlage für die hölzernen Bahnschwellen zu schaffen. Mit der Zeit wird der Schotter jedoch durch den Bahnverkehr zertrümmert, die Zwischenräume verstopfen sich mit feinerem Material, der Wasserabfluß wird gehemmt und die Holzschwellen sind von Feuchtigkeit und Vermorschung bedroht. Daher muß das Schotterbett von Zeit zu Zeit erneuert werden. Pflanzenwuchs verstopft ebenfalls die Zwischenräume des Schotter, behindert die Wasserdrainage und muß daher bekämpft werden. Der aus den Pflanzen entstehende Humus schafft zudem günstige Bedingungen für die Ansiedlung weiterer Pflanzen und — einmal in Gang gekommen — erfolgt die Verunkrautung der Bahnstrecke in immer rascherem Tempo. Ebenso müssen aber auch die schotterfreien Randwege der Bahnstrecken, die sogenannten „Bermen“ unkrautfrei gehalten werden, da Verunkrautung und Humusanhäufung an diesen Rändern das Drainagewasser des Schotter am seitlichen Abfluß hindert.

Das Unkraut wird derart bekämpft, daß mit eigenen Spritzzügen sämtliche Bahnstrecken einmal jährlich im April/Mai befahren werden, was infolge des langsamen Fahrtempos von 15 km/h eine starke Verkehrsbehinderung bedeutet. Jahrelang wurde bei dieser Unkrautbekämpfung eine 3prozentige Lösung von Natriumchlorat verwendet. Es ergab sich aber immer wieder, daß der Erfolg nur von kurzer Dauer war. Die Momentanwirkung zeigte sich zwar sehr rasch in einem Absterben der Pflanzen, aber in Wirklichkeit starben die Pflanzen nur so weit ab, als sie von der Spritzlösung direkt getroffen wurden, und trieben bald wieder neu aus. Daher regte die Verfasserin schon im Frühjahr 1950 bei den Österr. Bundesbahnen (ÖBB) an, die neuen Unkrautmittel auf Hormonbasis auch im Bahnbereich anzuwenden. Diese herbiziden Wuchsstoffe haben bekanntlich größere Tiefenwirkung und gegenüber Natriumchlorat den großen Vorteil, weder das Holz der Schwellen, noch das Eisen der Gleise anzugreifen und nicht brennbar zu sein, ein Umstand, der besonders bei Waldstrecken und in Trockengebieten wichtig ist. Während zudem Natriumchlorat in höheren Konzentrationen ätzend und feuergefährlich ist, würden die Wuchsstoff-

mittel dank ihres größeren Konzentrationsspielraumes eventuell auch ein rascheres Fahrtempo der Spritzzüge erlauben.

Der Bahnkörper unterscheidet sich jedoch als Standort sowohl ökologisch als auch floristisch ganz wesentlich von anderen, z. B. landwirtschaftlichen Gebieten, wo die herbiziden Wuchsstoffe bis dahin angewendet worden waren. Voraussetzung der rationellen Anwendung eines neuen Unkrautmittels ist die Kenntnis, welche Pflanzenarten auf den Bahnstrecken vorkommen können und welche ökologischen Faktoren hier auf den Pflanzenwuchs einwirken und die Unkrautbekämpfung fördern oder erschweren. Die Ergebnisse einer solchen Untersuchung werden nachfolgend dargelegt.

Die Versuche wurden von der Baudirektion der ÖBB durchgeführt. Das Versuchsmaterial an Herbiziden (Dicopur) wurde dankenswerterweise von der Österreichische Stickstoffwerke Aktiengesellschaft Linz beigestellt.

A. Der Bahnkörper als pflanzlicher Lebensraum

Hinsichtlich der Lebensbedingungen für die Pflanzen ist das Schotterbett einer Gleisanlage inmitten der umgebenden Landschaft ein völliger Sonderfall im Extrem. Es ist sozusagen eine schmale künstliche „Steinwüste“, mit hoher Evaporation, hohen Bodentemperaturen durch die Sonnenerhitzung des Schotters und ganz extremem Wassermangel infolge der raschen Versickerung des Niederschlagswassers¹⁾.

Der Pflanzenwuchs wird vor allem durch den Wassermangel gehemmt, und zwar um so mehr, je höher und durchlässiger (jünger) die Schotterauflage ist. Flachwurzelnende oder junge, noch flachwurzelnende Pflanzen werden natürlich durch diesen Wassermangel weit mehr geschädigt — sind daher auch leichter zu bekämpfen — als ältere Exemplare, deren Wurzeln die Erde unter dem Schotter bereits erreichen. Durch die sogenannte „Sparschotterung“, die im Kriege wegen Materialmangels üblich war und wobei der Bahnkörper aus einem Erdkern mit einer relativ dünnen Schotterauflage besteht, wurde die Verunkrautung sehr begünstigt. Dasselbe gilt auch von jeder Art von Bodenverdichtung. Auf dem zertrümmerten und sandig verdichteten Schotter älterer Gleisstrecken herrschen günstigere Bedingungen für den Pflanzenwuchs. Ebenso wäre dies — rein strukturell betrachtet — bei der häufigen Verschlackung durch den Zugverkehr der Fall, wenn nicht die chemische Beschaffenheit und die Verölung der Schlacke eine Zeit lang der Bewachsung entgegenwirkten. Wie sehr jede Bodenverdichtung den Pflanzenwuchs fördert, sieht man an den Bahnübergängen, wo meist stärkere Vergrünung festzustellen ist.

Auch regenreiches Klima, starke Taubildung sowie jede Art von Untergrundnässe — z. B. auf Strecken im Sumpfgelände — fördern den Pflanzenwuchs. Auf schattigen Strecken (Waldstrecken, Einschnitten) ist häufig stärkere Verunkrautung zu finden. Nährstoffe, insbesondere

¹⁾ Dazu kommt noch die starke Verölung durch den Zugverkehr und — auf Dampfstrecken — die Hitze des ausströmenden Dampfes.

Stickstoff sind ja sehr reichlich vorhanden (Zugsabwässer) und werden außerdem dem Standort nie entzogen.

Alle diese lokalen „Milderungen“ der künstlichen Wüstenbedingungen, die günstig für die Pflanzenansiedlung auf dem Bahnkörper sind, erschweren zugleich auch die Unkrautbekämpfung. Dazu kommt, daß direkt zwischen den Bahngleisen wachsende Pflanzen zwar oberirdisch zu starker Verzweigung und Kleinwuchs neigen, da der Zugverkehr sie sonst mechanisch schädigt, jedoch eine ausgesprochene Tendenz zur Ausbildung tiefer und stark verzweigter Wurzeln aufweisen. Diese Tiefwurzeligkeit erschwert ebenfalls die Bekämpfung, und zwar besonders bei Anwendung von Natriumchlorat, welches keinerlei Tiefenwirkung besitzt.

B. Artenzusammensetzung und Herkunft der Gleisvegetation

Im Gegensatz zu anderen Standorten ist die Artenzusammensetzung der Gleisflora sehr labil. Eine wesentliche Ursache sind die alljährlich erfolgenden scharfen Eingriffe durch die Bekämpfungsmaßnahmen. Wiederbesiedlung mit Pflanzen bzw. Wiederaustrieb der mehrjährigen Arten werden infolge der Schmalheit des Bahnkörpers von der benachbarten Vegetation, den ökologischen Bedingungen und der jeweiligen Witterungslage weit mehr beeinflußt, als an den meisten anderen Ruderalstandorten. Nur die Analyse dieser Faktoren ermöglicht eine Abschätzung, mit welchen Unkrautarten man in verschiedenen Gebieten zu rechnen hat.

Infolge dieser raschen Veränderlichkeit der Gleisvegetation haben Artenlisten im Bahnbereich mehr den Charakter einer Momentaufnahme. Zu einer möglichst vollständigen Erfassung der vorkommenden Arten war es daher nötig, zugleich mehrere ökologisch sehr verschiedene Bahnstrecken zu untersuchen, und zwar jeweils im gleichen Jahr und gleichen Zeitabstand nach der jährlichen Bekämpfung. Die Untersuchungen erfolgten an folgenden Orten:

- I. Auf freien Strecken in der Umgebung des steirischen Bahnknotenpunktes *Selztal*, wo vier Gleisstrecken mit sehr verschiedenen lokalen Umweltbedingungen zusammentreffen.
- II. Am Verschiebebahnhof *Linz/Donau* (trockenes Flachlandklima), wo auf einer großen Fläche verschieden häufig benützte Gleisstrecken und größere Zwischenräume vorhanden sind.

I. Die Gleisvegetation auf freien Strecken im Gelände

Folgende ökologische Faktoren wurden untersucht:

a) Schotterbeschaffenheit:

Unter gleichen Klimabedingungen hat die chemische Beschaffenheit des verwendeten Gleisschotters (Urgestein- oder Kalkschotter) zu nächst keinerlei Einfluß auf die Vegetation. Erst später, mit zunehmender Zertrümmerung und Verwitterung älterer Schotterlagen zeigen sich einige Unterschiede, die allerdings sowohl auf die verschiedene mechanische Festigkeit des Gesteins als auch auf dessen chemischen

Eigenschaften beruhen können. Auf der Gleisstrecke Selztal-Liezen, einer Strecke in sumpfiger Umgebung, die 6 Jahre vorher teils mit Kalkschotter, teils mit Olivinschotter neu hergerichtet worden war, waren — neben gemeinsam vorkommenden Arten — die folgenden nur auf Kalk bzw. nur auf Urgestein zu finden:

Kalkschotter	Urgesteinschotter
<i>Echium vulgare</i>	<i>Galium aparine</i>
<i>Tussilago farfara</i>	<i>Galeopsis angustifolia</i>
<i>Medicago lupulina</i>	<i>Vicia angustifolia</i>
<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Myosotis palustre</i>
<i>Equisetum palustre</i> (wenig)	<i>Equisetum palustre</i> (reichlich)
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetum arvense</i>

Auf dem trockenen und alkalischen Verwitterungsmaterial des Kalkschotters sind zusätzlich einige eingeschleppte trockenresistente Ruderalpflanzen zu finden, während die Arten der umgebenden sauren Moorböden nur auf den Urgesteinschotter vordringen.

b) Klima und Vegetation der unmittelbaren Umgebung:

Der Einfluß lokalklimatischer Unterschiede auf die floristische Zusammensetzung der Gleisflora ist weit auffallender. Auf zwei Strecken mit gleichem Schotter, jedoch verschiedener Klimlage, zeigten sich die in Tabelle 1 angegebenen Unterschiede in der Artenzusammensetzung der Vegetation (vgl. Tab. 1).

Vorherrschend sind zwar in beiden Fällen ruderalgetönte Pflanzenarten, jedoch nicht dieselben. Dazu kommen noch Pflanzenarten der unmittelbaren Umgebung, und zwar um so häufiger, je günstiger und der Umgebung ähnlicher die Lebensbedingungen am Bahnkörper sind. Besonders leicht dringen Pflanzenarten mit kriechenden oberirdischen oder unterirdischen Ausläufern von der Seite her auf dem Bahnschotter vor. Verwitterung des Schotters, Nebellage, Schattenlage und seltene Befahrung fördern das Eindringen der umgebenden Vegetation sehr deutlich. Andererseits kann unter Umständen ein erhöhter und stark windexponierter Bahndamm auch inmitten eines Sumpfgebietes eine Insel von Trockenflora sein.

Zusammenfassend können die Unkräuter auf Bahngleisen in folgende ökologische Gruppen eingeteilt werden:

1. **Typische Ruderalpflanzen**, die in der nächsten Nachbarschaft nicht vorkommen. Ihre Samen werden meist durch den Zugverkehr herangebracht; in Linz wurden sogar Arten aus Triest (Getreideeinfuhrhafen!) gefunden. Auch bei den Bahnübergängen findet man häufig Ansammlungen solcher fremder Ruderalpflanzen.

2. **Pflanzenarten**, die sowohl ruderal als auch in den angrenzenden Wiesen vorkommen. Sie besitzen meist besonders großen Existenzspielraum und gute Konkurrenzfähigkeit und gelangen durch Samenflug aus der Umgebung auf den Bahnkörper.

Tabelle 1

Strecke Selztal—Liezen

(Feucht, nebelreich,
Umgebung: Sumpfwiesen)

Strecke Ardning—Pyhrnpass

(Sonnige Südlage,
Umgebung: Trockenwiesen)

Gemeinsam vorkommende Arten

(+ = vereinzelt, ++ = reichlich)

+	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+
+	<i>Polygonum aviculare</i>	+
+	<i>Atriplex patulum</i>	+
++	<i>Arabis arenosa</i>	++
++	<i>Geranium robertianum</i>	+
++	<i>Daucus carota</i>	+
+	<i>Echium vulgare</i>	++
+	<i>Plantago lanceolata</i>	+
+	<i>Galium mollugo</i>	+
++	<i>Leontodon hispidus</i>	++
++	<i>Taraxacum officinale</i>	++
++	<i>Senecio vulgaris</i>	+
+	<i>Cirsium arvense</i>	+

Nicht gemeinsam vorkommende Arten:

<i>Phragmites communis</i>	+	<i>Agrostis alba</i>	+
<i>Carex sp.</i>	+	<i>Bromus tectorum</i>	+
<i>Equisetum palustre</i>	++	<i>Festuca sp.</i>	+
— <i>arvense</i>	++	<i>Poa annua</i>	+
<i>Salix fragilis</i>	+	<i>Polygonum convolvulus</i>	+
— <i>caprea</i>	+	— <i>mita</i>	+
<i>Betula sp.</i>	+	<i>Rumex acetosella</i>	+
<i>Chenopodium polyspermum</i>	+	<i>Sedum spurium</i>	+
<i>Silene nutans</i>	+	<i>Potentilla reptans</i>	+
<i>Roripa palustris</i>	+	<i>Medicago lupulina</i>	++
<i>Vicia angustifolia</i>	+	— <i>sativa</i>	+
— <i>sepium</i>	+	<i>Melilotus albus</i>	+
<i>Lathyrus tuberosus</i>	+	<i>Hypericum perforatum</i>	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+	<i>Viola arvensis</i>	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	+	<i>Pimpinella saxifraga</i>	+
<i>Anthriscus silvestris</i>	+	<i>Convolvulus arvensis</i>	+
<i>Myosotis palustris</i>	++	<i>Thymus serpyllum</i>	++
<i>Galeopsis angustifolia</i>	+	<i>Campanula patula</i>	+
<i>Galium aparine</i>	+	<i>Hieracium cymosum</i>	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	+	<i>Erigeron canadensis</i>	+
<i>Sonchus oleraceus</i>	+	<i>Matricaria inodora</i>	+
<i>Achillea millefolium</i>	+		
<i>Artemisia vulgaris</i>	+		

3. Standortsspezialisten, die wegen ihrer spezifischen Standortansprüche und des dadurch sehr engen Existenzspielraumes „konkurrenzempfindlich“ sind. Solche Arten nützen, soweit es ihren Lebensansprüchen entspricht, gerne den freien Raum des Bahndammes aus. Es handelt sich vor allem um typische Pionierpflanzen trockener Schutthalden. Schachtelhalm ist z. B. eine solche Pionierpflanze freier Sand- und Schotterstellen, deren Ausbreitung infolge der bekannten Feuchtigkeitsreaktion der Sporen durch jede Art von Boden- oder Luft-

feuchtigkeit begünstigt wird. Im feuchten Klima vom Selztal ist diese Pflanze eines der unangenehmsten Bahnunkräuter.

Diese echten oder fakultativen Ruderalpflanzen stellen den Hauptteil der Vegetation der Schotterauflage am Bahnkörper und stoßen dank ihrer Fähigkeit und Trockenresistenz zahlreich auch in den besonders ungünstigen Mittelraum zwischen den Gleisen vor. Sie sind häufig mehrjährig und viel schwerer zu bekämpfen als die üblichen landwirtschaftlichen Unkräuter. Ihre 2,4-D-Empfindlichkeit ist, soweit bekannt oder erprobt, in der Schlußtablelle angegeben.

4. Pflanzen der unmittelbaren Umgebung, die — je nach Bodenbedingungen mehr oder weniger reichlich — durch Samen und Ausläufer eindringen, jedoch mehr am Rande des Schotterbleibens und hauptsächlich die nichtgeschotterten Seitenwege besiedeln.

Aus diesen seitlich eindringenden Pflanzenarten besteht der zweite Teil der Gleisunkräuter. Obwohl es sich meist um empfindliche Wiesenpflanzen handelt, müssen sie bekämpft werden, da wie erwähnt, die Verwachsung der Seitenwege den Wasserabfluß hemmt und dadurch die Verunkrautung des Gleisschotter fördert.

II. Vegetationsuntersuchungen am Verschiebebahnhof Linz

Eine Zusammenstellung der Vegetation im Gesamtgelände des Verschiebebahnhofes, die sich auf mehrjährige Beobachtungen stützt, wurde 1950 von Mairhofer in den „Naturkundlichen Mitteilungen für Oberösterreich“ veröffentlicht. Für unsere spezielle Frage der Bahnstreckenflora war zu untersuchen, welche von diesen meist ruderalen Arten auch auf den Gleisschotter übergreifen. Diese Pflanzenarten sind in der abschließenden Gesamtliste der Gleisflora zusammen mit der bereits bekannten oder in eigenen Versuchen festgestellten Empfindlichkeit gegen 2,4-D aufgeführt (Tab. 2).

Ein Sonderbeispiel verdient jedoch Erwähnung. Bekanntlich werden auf den Bahnhöfen die Flächen zwischen den Gleisen mit Schlacke belegt, um die Ansiedlung von Unkräutern zu unterdrücken. Nachstehend ein Beispiel, wo die Wiederbesiedlung einer im Frühjahr neu gelegten Schlackenfläche untersucht wurde. Dies kann im Hinblick auf eventuelle Möglichkeiten, die Wiederbewachsung zu verzögern, gleichfalls praktische Bedeutung haben. Die Flächen zwischen den Gleisen sind nämlich geradezu ein Reservoir an Unkräutern, die hier — im Gegensatz zu den freien Bahnstrecken — nicht bekämpft werden.

1. Pflanzenarten

auf alter, verwitterter Schlackenfläche:

Gramineen: <i>Lolium perenne</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Setaria glauca</i>
<i>Eragrostis minor</i>	

Dicotyle:	<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
	<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Chaenorrhinum majus</i>
	<i>Chenopodium strictum</i>	
		<i>Plantago major</i>
	<i>Diplotaxis muralis</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
	<i>Lepidium virginum</i>	
	<i>Capsella bursa pastoris</i>	<i>Malva neglecta</i>
	<i>Reseda lutea</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
		<i>Cirsium arvense</i>
	<i>Melandrium album</i>	<i>Cichorium intybus</i>
		<i>Galinsoga parviflora</i>
	<i>Astragalus sp.</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>
	<i>Trifolium repens</i>	<i>Lactuca serriola</i>
	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Achillea millefolium</i>
		<i>Tussilago farfara</i>
		<i>Matricaria inodora</i>
		<i>Erigeron canadensis</i>

2. Pflanzen auf neugelegter Schlacke daneben:

Gräser:	reichlich:	vereinzelt:
	<i>Lolium perenne</i>	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Setaria viridis</i>
Dicotyle:	<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>
	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Plantago major</i>
		<i>Taraxacum officinale</i>
		<i>Matricaria inodora</i>

Die Wiederbesiedlung erfolgte „inselweise“, und diejenigen Arten, die sich als erste auf diesem vegetationsfeindlichen Boden wieder durchsetzen konnten, bildeten sehr große kräftige Einzelexemplare (Pionier-typen), die durch reichliche Samenbildung die weitere Verunkrautung sehr fördern. Sie sollten womöglich vor der Samenstreuung vernichtet werden; fast alle diese Arten sind hormonempfindlich.

Eventuell wäre auch zu prüfen, ob bei Neulagen nicht eine einmalige stärkere Imprägnierung der porösen Schlacke mit Herbiziden diese Wiederbesiedlung verzögern könnte.

In Österreich herrscht infolge der Elektrifizierung bereits ein starker Mangel an Schlackenmaterial für den Belag der Seitenwege an den Bahnstrecken und der Zwischenflächen in den Bahnhöfen. Als Ersatzmaterial, welches neben der physikalischen vegetationsfeindlichen Struktur auch eine chemische Gegenwirkung besitzt, hat sich in letzter Zeit Haldenmaterial der Magnesiterzeugung bewährt.

C. Die Reaktion der Gleisunkräuter auf 2,4-D

Die Bekämpfungsversuche wurden mit dem Präparat „DICOPUR“, einem löslichen Alkalisalz der 2,4-D durchgeführt, welcher von der Österreichischen Stickstoffwerke A.G. Linz produziert wird. Zur Methodik sei folgendes bemerkt:

Die Gleisspritzung erfolgte mit einem der üblichen Spritzzüge der Österreichischen Bundesbahn. Eine Füllung des Spritzzuges betrug 120 m³. Der Spritzender selbst war mit einer Dieselpumpe und 10 Spritzdüsen ausgerüstet und hatte einen Inhalt von 10,5 m³. Bei Öffnung aller Düsen und einem Manometerdruck von 1,5 Atm. konnte der Spritzender in 16 Minuten entleert werden. Die Durchflußleistung bei 1,5 Atm. Manometerdruck betrug 600 l/min, was einer Stundenleistung von 36,0 m³ entspricht. Bei verschiedener Fahrtgeschwindigkeit und einer mittleren angenommenen Breite des besprühten Streifens (eingleisige Strecke!) von 5 m ergibt sich nach Berechnung der ÖBB. folgender Verbrauch an Spritzlösung:

Fahrtgeschwindigkeit	Verbrauch
15 km/h	2,4 m ³ /km
20 km/h	1,8 m ³ /km
30 km/h	1,2 m ³ /km
40 km/h	0,9 m ³ /km

Die Konzentration der Spritzlösung betrug: 0,20 ‰ (= 2,0 kg m³), 0,475 ‰ (= 4,75 kg m³). Der Verbrauch an Spritzmittel in diesen und eventuell höheren Konzentrationen ist in der folgenden Tabelle für verschiedene Fahrtgeschwindigkeiten bei einer Durchflußgeschwindigkeit von 600 l/Minute angegeben:

Fahrtgeschwindigkeit	Konzentration der Spritzlösung:							
	0,475 ‰		0,625 ‰		0,80 ‰		1,0 ‰	
	kg/km	kg/ha	kg/km	kg/ha	kg/km	kg/ha	kg/km	kg/ha
15 km/h	11,4	22,8	15,0	30,0	19,2	38,4	24,0	48,0
20 km/h	8,5	17,0	11,3	22,5	14,4	28,8	18,0	36,0
30 km/h	5,7	11,4	7,5	15,0	9,6	19,2	12,0	24,0

Die aufgebrauchte Menge an Spritzmittel ist abhängig von **Fahrtgeschwindigkeit, Durchflußmenge und Konzentration der Spritzlösung**. Im Interesse der reibungslosen Abwicklung des Zugverkehrs wird eine möglichst hohe Fahrtgeschwindigkeit angestrebt, idealerweise bis 60 km/h gegenüber 15 km/h wie bisher²⁾. Um dabei die gleiche Menge an Spritzmittel ausbringen zu können, muß entweder die Durchflußleistung oder die Konzentration gesteigert werden.

Die Durchflußleistung kann gesteigert werden: a) durch höheren Druck, b) durch Erweiterung der Düsen (bei gleichem Druck). Da in letzterem Fall jedoch der Verbrauch an Spritzmittel unrationell hoch war (siehe Tabelle), ist eine entsprechende Erhöhung des Manometerdruckes die günstigere Möglichkeit. Die bessere Verteilung der Spritzlösung bei feinerer Versprühung fördert auch den Bekämpfungserfolg.

²⁾ Bei Fahrgeschwindigkeiten über 30 km/h sind Schutzeinrichtungen gegen seitliches Verwehen des Sprühnebels auf bahnfremdes Gebiet erforderlich.

Bei den Unkrautbekämpfungsversuchen ergaben sich folgende allgemein-biologische Beobachtungen:

1. Höhere Konzentration der 2,4-D-Lösung greift die Unkräuter stärker an, auch dann, wenn die höhere Konzentration durch eine geringere Menge an Lösungsmittel (Wasser) erreicht wurde. Nach dem oben Gesagten ergibt sich also die Möglichkeit, bei höherer Fahrgeschwindigkeit die Dosierung nicht nur mittels der Durchflußleistung sondern auch durch Konzentrationssteigerung der Spritzlösung zu regulieren. In den gegenständlichen Versuchen konnte z. B. durch Verdoppelung der Konzentration die Fahrgeschwindigkeit von 15 auf 30 km/h gesteigert werden.

2. Es ist sehr wichtig, daß auch im Bahnbereich die Unkrautbekämpfung rechtzeitig erfolgt, und zwar jahreszeitlich rechtzeitig zur Zeit des stärksten Wachstums im Mai und bei mehrjährigen Arten bereits im ersten Vegetationsjahre. .

3. Auf stark verunkrauteten Strecken herrschen mehrjährige Arten vor. Sie sind schwer zu bekämpfen, da sie sich gegenseitig vor der Besprühung decken und tiefe Wurzeln besitzen. Hier hilft eventuell ein vorheriges Abmähen oder Niederwalzen, da durch Verwundung der Pflanzen das Eindringen des Bekämpfungsmittels erleichtert wird. Abgestorbene Pflanzen sollten bei starker Verunkrautung zwecks Vermeidung von Humusbildung vom Gleisschotter entfernt werden.

4. Einjährige Gräser wurden unter den extremen Umweltbedingungen am Bahnkörper von 2,4-D deutlich geschädigt. Zur ausreichenden Bekämpfung sämtlicher grasartiger Unkräuter sind jedoch höhere Spritzmittelmengen erforderlich als im gegenständlichen Versuch. Der Prozentsatz an Gräsern wechselte, lag aber nie über 30 %.

5. Das verwendete 2,4-D-Mittel wirkte nicht so sichtbar rasch wie Natriumchlorat, jedoch wesentlich nachhaltiger. Bei der mit Natriumchlorat behandelten Vergleichsstrecke waren die Pflanzen zwar nach drei Tagen abgedorrt, trieben aber nach drei bis fünf Wochen sämtlich aus den ungeschädigt gebliebenen Wurzeln und verholzten Stengeln neu aus. Bei 2,4-D zeigte sich starke Verkrümmung und Vergilbung der Pflanzen und nach 4–6 Wochen schließlich Absterben.

5. Eine Nachwirkung im nächsten Jahr auf neu auskeimende Pflanzen — eine Nachwirkung über den Boden also — war nicht zu beobachten. Das Mittel wird bekanntlich nach einiger Zeit im Boden zer setzt. Die Nachwirkung auf perennierende Pflanzen, die vom Spritzmittel getroffen worden waren, war hingegen sehr deutlich. So waren z. B. auf stark verunkrauteten Strecken die zähen mehrjährigen Unkräuter, die zunächst auf die Spritzung nur wenig reagiert hatten, im nächsten Jahr fast völlig vernichtet! Die Wirkung des herbiziden Wuchsstoffes scheint sich in solchen Fällen zwar zu verzögern, führt aber schließlich doch zum Erfolge.

6. Sowohl bei Natriumchlorat als auch bei 2,4-D war ein deutlicher Einfluß der Witterung auch außerhalb der „Karenzzeit“ auf den Wirkungseffekt festzustellen. Bei Natriumchlorat fördert feuchte Witterung in der Folgezeit stark den Wiederaustrieb aus den erhalten gebliebenen Pflanzenteilen; bei 2,4-D tritt eine Verzögerung der Wirkung ein.

Bekanntlich verursacht 2,4-D eine beschleunigte Aufzehrung der Reservestoffe der Pflanze, die also sozusagen „verhungert“. Da zugleich aber auch die wasseransaugenden Kräfte der Pflanzen gehemmt werden (Repp, 1952), verdurstet sie oft schon früher. Es ist klar, daß dadurch die jeweilige Witterung nach der Bekämpfung von Einfluß ist; jeder Regen bremst das Tempo der Wirkung ab. Andererseits erklärt sich auch daraus, daß die Pflanzen oft als Streckenunkräuter empfindlicher gegen 2,4-D sind als an anderen günstigeren Standorten (Gräser!), denn hier kommen zu der Schädigung durch das Bekämpfungsmittel noch extrem ungünstige Lebensbedingungen hinzu.

Zusammenfassung

1. Im Hinblick auf die Anwendung neuer Herbizide bei der Unkrautbekämpfung auf Bahnstrecken wurden Artenzusammensetzung, Herkunft und Oekologie der Gleisvegetation untersucht, sowie praktische Bekämpfungsversuche mit 2,4-D durchgeführt.

2. Der geschotterte Bahnkörper ist inmitten einer völlig andersartigen Umgebung eine Art schmale künstliche „Steinwüste“, wo vor allem der Wassermangel infolge der Drainagewirkung des Schotters sowie mechanische Schädigung, Dampfhitze und Verölung durch den Zugverkehr besonders ungünstige Lebensbedingungen für die Pflanzen schaffen.

3. Diese ungünstigen Bedingungen können allerdings lokal durch Klima- und Bodeneinflüsse (Beschattung, Feuchtigkeit, Nebellage, Verwitterung des Schotters) wesentlich abgeschwächt werden. In jedem solchen Falle zeigt sich sofort stärkerer Pflanzenwuchs, was natürlich auch die Unkrautbekämpfung erschwert.

4. Einige praktische Erfahrungen bei der Unkrautbekämpfung werden angegeben.

5. Die Vegetationszusammensetzung auf Bahnkörpern ist infolge der alljährlichen Bekämpfungsmaßnahmen und des starken Einflusses von Witterung und Umwelt auf die Wiederbesiedlung dieses schmalen Streifens sehr labil. Abgesehen von einem „Grundstock“ an Ruderalpflanzen wird die Gleisflora vor allem von der Flora der unmittelbaren Umgebung beeinflusst. Die chemische Beschaffenheit des Gleisschotters (Kalk, Urgestein) hat nur wenig Bedeutung.

6. Auf freien Bahnstrecken besteht die Vegetation im mittleren Gleisbereich hauptsächlich aus eingeschleppten Ruderalpflanzen und ruderal getönten Arten der Umgebung. Fallweise kommen auch Standortspezialisten wie z. B. typische Schuttpflanzen vor. An der Vege-

tation der seitlichen Bermen und des angrenzenden Böschungsschotters ist hingegen die nächste Umgebung stark beteiligt, und zwar um so mehr, je günstiger die ökologischen Bedingungen sind (Beschattung usw.).

Die Verunkrautung dieser Randwege fördert infolge der seitlichen Abflußhemmung des Drainagewassers auch den Pflanzenwuchs am mittleren Gleisschotter und muß daher ebenfalls bekämpft werden.

7. Die Unkrautvegetation der Bahnhöfe, die als echte Ruderalstandorte anzusehen sind, besteht fast ausschließlich aus Ruderalpflanzen. Flächen zwischen den Gleisen, wo keine Bekämpfung erfolgt, wirken als ständige Unkrautreservoir. Die hier übliche Auflage von Heizhaus-schlacke hemmt den Pflanzenwuchs nur kurze Zeit und es erfolgt noch im selben Jahr inselweise Wiederbesiedlung durch kräftige, stark Samen streuende Pionierarten.

8. Bei der Einführung neuer Herbizide im Bahnbereich gibt angesichts der starken örtlichen und zeitlichen Veränderlichkeit der Gleisvegetation die Kenntnis von deren Herkunft und Oekologie praktische Hinweise, mit welchen Pflanzenarten man zu rechnen hat. Abschließend sind die auf verschiedenen Bahnstrecken gefundenen Unkrautarten und ihre Empfindlichkeit gegen 2,4-D in einer Liste zusammengestellt.

Literatur

- Grosse-Brauckmann, G., Untersuchungen über die Ökologie, insbesondere dem Wasserhaushalt von Ruderalgesellschaften, Vegetatio **4**, 1953. 245.
- Linser, H., Über den gegenwärtigen Stand des Unkrautbekämpfungsproblems. Mitt. Versuchsanst. f. alpine Landwirtsch. Gumpenstein 1955. 95.
- , und Frohner, W., Zur Prüfung verschiedener Herbizide unter vergleichbaren Bedingungen. Ztschr. Acker- und Pflanzenb. **98**, 1954. 370.
- Mairhofer, M., Der Verschiebebahnhof Linz und seine Flora. Naturkundl. Mitt. aus Oberösterreich, Jahrgang 1950, H. 1.
- Rademacher, B., Das Verhalten der wichtigsten Grünlandpflanzen gegen herbizide Wuchsstoffe. Ztschr. Acker- und Pflanzenb. **97**, 1953. 1.
- Rechinger, K., Notizen zur Adventiv- und Ruderalflora von Wien. Österreichische Bot. Ztschr. **97**, 1950. 114.
- Repp, G., Zur Kenntnis der Selektivwirkung von 2,4-D-Verbindungen, I. Physiologische Reaktionen resistenter und empfindlicher Pflanzen und ihre ökologische Auswirkung. Pflanzenschutzberichte **9**, 1952. 161.
- , Zur Kenntnis der Selektivwirkungen von 2,4-D-Verbindungen, II. 2,4-D-Wirkungen auf Wasserhaushalt und Trockensubstanzgewicht. Ibid. **12**, 1954. 171.

Tabelle 2
Artenliste

der auf Bahnstrecken vorkommenden Unkräuter und ihre Reaktion auf 2,4 D
Vorkommen: ++ = reichlich oder stellenweise reichlich,

+ = vereinzelt,

Grad der Verunkrautung:

wenig verunkrautet: Strecke war alljährlich
gespritzt worden,

stark verunkrautet: Strecke seit 5 Jahren nicht
gespritzt.

2,4 D Wirkung: 0 = keine Wirkung,

angegriffen = Auftreten von Verkrümmungen,

geschädigt = dasselbe + Vergilbung und Abwelken,

vernichtet = total abgestorben.

Die Eigenversuche wurden im Herbst (September) durchgeführt, Kon-
zentration der Dicopur-Spritzlösung: 0,2 ‰, 10 kg/ha, Fahrtempo: 15 km/h.
Die Angaben der Rubrik II entstammen der Fachliteratur.

Pflanzenart	Vorkommen			2,4-D-Wirkung		
	Bahn- hof	Freie Strecke bei Ver- unkrautung; wenig stark		I (Eigenversuche) Pflanzen alte junge		II abge- storben bei kg/ha
○ = 1jährig ● = 2- bis mehrjährig						
Gramineen:						
● <i>Lolium perenne</i>	++	+	+	0	—	—
○ <i>Setaria viridis</i>	++	—	+	gesch.	—	—
○ <i>Setaria glauca</i>	+	—	—	angegr.	—	—
● <i>Festuca sp.</i>	++	+	+	0	—	—
○ <i>Poa annua</i>	++	—	+	gesch.	—	—
○ <i>Digitaria sanguinalis</i>	++	—	—	vern.	—	—
○ <i>Panicum capillare</i>	++	—	—	vern.	—	—
○ <i>Hordeum murinum</i>	+	—	—	0	—	—
○ <i>Echinochloa crus-galli</i>	++	—	—	gesch.	—	—
○ Hafer	+	—	—	0	—	—
○ Weizen	+	—	—	0	—	—
○ <i>Eragrostis minor</i>	+	—	—	—	—	—
● <i>Arrhenatherum elatius</i>	—	+	+	0	—	—
● <i>Agrostis alba</i>	—	+	+	0	—	—
○ <i>Bromus tectorum</i>	—	+	+	—	—	—
● <i>Phragmites communis</i>	—	+	+	—	—	—
● <i>Carex sp.</i>	+	—	+	angegr.	—	—
Dicotyle Pflanzen:						
● <i>Salix fragilis</i>	—	—	+	—	—	—
● <i>S. caprea</i>	+	+	—	—	—	—
● <i>Betula sp.</i>	—	+	—	—	—	—
○ <i>Polygonum aviculare</i>	++	+	+	gesch.	—	1,5–2,0
○ <i>P. persicaria</i>	+	—	—	gesch.	—	1,5–2,0
○ <i>P. mite</i>	—	+	+	gesch.	—	1,5–2,0
○ <i>P. convolvulus</i>	++	+	++	vern.	—	1,5–2,0
○ <i>P. lapathifolium</i>	++	+	+	gesch.	—	1,5–2,0
● <i>Rumex acetosella</i>	+	+	++	gesch.	—	1,0–1,5
● <i>R. acetosa</i>	+	—	+	gesch.	—	1,0–1,5

(Fortsetzung)

Tabelle 2

Pflanzenart	Vorkommen			2,4-D-Wirkung		
	Bahn- hof	Freie Strecke bei Ver- unkrautung; wenig stark		I (Eigenversuche) Pflanzen alte junge		II abge- storben bei kg/ha
○ = 1jährig ● = 2- bis mehrjährig						
● <i>Chenopodium bonus henricus</i>	++	+	+	vern.	—	1,0—1,5
○ <i>Ch. polyspermum</i>	++	+	++	gesch.	vern.	1,5
○ <i>Ch. album</i>	++	+	++	gesch.	vern.	1,5
○ <i>Atriplex patulum</i>	+	+	+	—	—	1,5
○ <i>Amaranthus retroflexus</i>	++	—	—	gesch.	gesch.	
● <i>Silene nutans</i>	+	—	++	gesch.	—	
● <i>Melandrium album</i>	+	—	—	angegr.	gesch.	1,0—1,5
○ <i>Cerastium vulgatum</i>	—	—	+	gesch.	—	
● <i>Saponaria officinalis</i>	+	—	—	angegr.	—	
● <i>Lepidium draba</i>	+	—	+	—	—	1,5—2,0
○ <i>Roripa palustris</i>	—	++	—	—	—	
● <i>R. sylvestris</i>	+	—	+	—	—	
● <i>Cardaminopsis arenosa</i>	+	++	++	—	—	
○ <i>Diploxaxis muralis</i>	+	—	—	gesch.	vern.	1,5
● <i>Capsella bursa-pastoris</i>	++	—	+	gesch.	vern.	2,0
○ <i>Reseda lutea</i>	+	—	+	angegr.	vern.	—
● <i>Sedum acre</i>	—	—	+	angegr.	—	—
● <i>S. spurium</i>	—	+	—	angegr.	—	—
● <i>Potentilla reptans</i>	—	+	+	gesch.	—	1,5
● <i>Rubus caesius</i>	+	—	+	angegr.	—	—
● <i>Melilotus albus</i>	+	+	+	gesch.	—	—
○ <i>Medicago lupulina</i>	++	++	+	gesch.	—	2,0
● <i>M. sativa</i>	++	+	+	vern.	—	—
● <i>Trifolium repens</i>	+	+	+	angegr.	—	2,0
○ <i>T. incarnatum</i>	+	—	+	gesch.	—	2,0
● <i>Astragalus sp.</i>	+	—	—	—	—	—
● <i>Lathyrus tuberosus</i>	—	+	+	vern.	—	1,0—1,5
○ <i>Vicia angustifolia</i>	+	+	++	vern.	—	1,0
● <i>V. sepium</i>	—	+	++	vern.	—	1,0
● <i>Lobus corniculatus</i>				gesch.	—	—
○ <i>Geranium robertianum</i>	++	++	++	angegr.	—	—
● <i>Lythrum salicaria</i>	—	+	+	—	—	—
● <i>Hypericum perforatum</i>	—	+	+	—	—	—
○ <i>Viola arvensis</i>	—	+	+	angegr.	vern.	1,5
○ <i>Daucus carota</i>	+	+	+	gesch.	—	1,5—2,0
● <i>Heracleum sphondylium</i>	—	+	+	0	—	nicht
● <i>Pimpinella saxifraga</i>	—	+	—	angegr.	—	—
● <i>Anthriscus sylvestris</i>	—	+	++	angegr.	—	2,0

(Fortsetzung)

Tabelle 2

Pflanzenart	Vorkommen			2,4-D-Wirkung		
	Bahn- hof	Freie Strecke bei Ver- unkrautung; wenig stark		I (Eigenversuche) Pflanzen alte junge	II abge- storben bei kg/ha	
○ = 1jährig ● = 2- bis mehrjährig						
● <i>Convolvulus arvensis</i>	++	+	++	gesch. —	2,0	
● <i>Echium vulgare</i>	+	++	++	angegr. —	nicht	
● <i>Myosotis palustris</i>	—	++	++	gesch. —	1,5	
○ <i>Galeopsis angustifolia</i>	—	—	++	angegr. —	1,5—2,0	
● <i>Mentha arvensis</i>	+	—	+	angegr. —	1,5—2,0	
● <i>Lamium album</i>	—	—	+	angegr. —	1,5—2,0	
● <i>Thymus serpyllum</i>	—	++	—	— —	—	
○ <i>Solanum nigrum</i>	+	—	—	angegr. gesch.	nicht	
● <i>Plantago major</i>	+	—	+	gesch. gesch.	1,0	
● <i>P. lanceolata</i>	+	+	++	gesch. vern.	1,5	
○ <i>Galium aparine</i>	—	+	+	— angegr.	nicht	
● <i>G. mollugo</i>	—	+	+	angegr. —	—	
● <i>Knautia arvensis</i>	—	—	+	angegr. —	—	
● <i>Campanula patula</i>	—	—	+	0 —	nicht	
● <i>Taraxacum officinale</i>	++	++	++	gesch. —	1,5—2,0	
○ <i>Sonchus oleraceus</i>	++	+	+	gesch. vern.	1,5	
○ <i>Galinsoga parviflora</i>	++	+	+	vern. vern.	1,0—1,5	
○ <i>Erigeron canadensis</i>	++	—	—	—	1,0	
● <i>Leontodon hispidus</i>	+	++	++	vern. —	1,0	
○ <i>Senecio vulgaris</i>	+	++	++	gesch. vern.	1,0	
● <i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	++	gesch. —	1,0—1,5	
○ <i>Matricaria inodora</i>	+	+	+	angegr. vern.	1,5—2,0	
● <i>Cirsium arvense</i>	+	+	+	vern. —	1,0—1,5	
● <i>Achillea millefolium</i>	+	+	+	angegr. —	1,5—2,0	
● <i>Tussilago farfara</i>	+	—	+	angegr. —	nicht	
○ <i>Centaurea cyanus</i>	+	—	—	gesch. vern.	1,0—1,5	
○ <i>Senecio viscosus</i>	+	—	+	gesch. —	1,0—1,5	
● <i>Hieracium cymosum</i>	—	+	+	angegr. —	—	
● <i>Lactuca serriola</i>	+	—	—	— —	—	
● <i>Cichorium intybus</i>	+	—	—	— —	1,5	
Schachtelhalme:						
● <i>Equisetum palustre</i>	++	++	++	vern. —	1,5	
● <i>E. arvense</i>	—	++	++	gesch. —	2,0	

Rittergut Schlüsselburg/Weser

Die Blütenfarben-Variationen der Serradella (*Ornithopus sativus* Brotero)

Von Eugen Vogt

Obwohl wir bereits seit 1952 eine rotblühende Zuchtsorte der Serradella kennen, findet man in der einschlägigen Literatur keinerlei Hinweise darüber, daß es außer der normalblühenden — also der mehr oder weniger schwach rosa blühenden — Serradella (*Ornithopus sativus* Brotero) noch mehrere andersfarbig blühende Varietäten gibt. Diese von mir seit vielen Jahren als Sortiment gebauten Blütenfarben-Varietäten werden im folgenden beschrieben.

Betrachtet man eine Serradellablüte genauer, so kann man in ihr die Farben weiß, gelb und rot feststellen, und so war es eigentlich zu erwarten, daß man einmal rein weiß-, gelb- und auch rein rotblühende Pflanzen finden würde. Am ehesten mußte sie der Züchter entdecken, da er ja alljährlich eine große Anzahl von Einzelpflanzen anzieht, unter denen eine abweichend blühende Pflanze leichter auffällt als in einem gedrillten, dichten Feldbestande.

Zu Beginn meiner Tätigkeit bei der Ostmärkischen Saatzuchtgesellschaft mbH., Schwiebus, im Jahre 1935, übernahm ich von meinem Vorgänger, Herrn Dr. Baumann, außer vielem normal blühenden Serradella-Zuchtmaterial, auch Saatgut einiger Einzelpflanzen, die nach seinen Angaben rosa geblüht hatten. Von Herrn Professor Dr. Hey erhielt ich Saatgut einer „gelbblühenden“, von Herrn Professor Dr. Klinkowski solches einer „weißblühenden“ Varietät. Diesen Herren spreche ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank für die Überlassung des Materials aus. Die „weißblühende“ Varietät war aber nicht rein weißblühend, sondern schwach „cremefarben“-blühend und wurde von mir auch später als solche weitergeführt, nachdem ich selbst eine „rein weiß“-blühende gefunden hatte. Eine wirklich „rosablühende“ Varietät habe ich bisher noch nicht beobachtet. Die Nachkommenschaft aller bisher gefundenen mehr oder weniger rosa blühenden Pflanzen waren, wie ich in den letzten 20 Jahren noch oft feststellen konnte, durchweg normalblühend. Da die mehr oder weniger kräftige Rosafärbung der Fahne der Blüten häufig nur im Knospenzustande, aber auch erst im Aufblühen, teils sogar erst beim Verblühen auftritt, und ich auch an derselben Pflanze oft „rosafarbene“ neben fast normalfarbenen Blüten beobachten konnte, glaube ich, daß diese „Übergangsblütenfarbe“ auf irgendwelchen Umweltfaktoren (besonders Licht, Wasser, Nährstoffe) beruht. Jedenfalls war sie bei den bisher gefundenen Pflanzen nicht erblich bedingt.

Im Jahre 1937 fand ich dann in einem Zuchtstamm der Serradella „Otsaat“, der ältesten deutschen Serradella-Züchtung, die schon lange gesuchte „rotblühende“ Varietät. Allerdings war bei diesen insgesamt

34 Pflanzen nur die Fahne rot gefärbt. Ihr Nachbau ergab, daß diese Blütenfarbe erblich bedingt war. Durch weitere züchterische Bearbeitung entstand aus diesem Pflanzenmaterial die 1952 als „Vogts rotblühende Serradella Ostsaat“ zugelassene Hochzuchtsorte.

Wiederum in nur einem Zuchtstamm dieser Sorte wurde 1946 von mir eine einzige vollkommen rotblühende (im Nachstehenden als „dunkelrotblühend“ bezeichnet) Pflanze gefunden, bei der auch die Flügel rot gefärbt waren und bei der das Rot allgemein intensiver und leuchtender war. Auch diese Blütenfarbe erwies sich als erblich bedingt.

Mein Serradella-Sortiment umfaßt also seit 1946 folgende sechs Blütenfarben-Varietäten:

- Nr. 1 rein weißblühend
- Nr. 2 hellcremefarben bis hellgelblich-grünblühend
- Nr. 3 gelbblühend
- Nr. 4 normalblühend
- Nr. 5 rotblühend
- Nr. 6 dunkelrotblühend.

Diese sechs Varietäten kann man in zwei Gruppen unterteilen. Bevor ich daher eine Einzelbeschreibung der sechs Varietäten gebe, seien diese beiden Gruppen charakterisiert.

Gruppe I. die Blütenfarben-Varietäten Nr. 1–4 umfassend.

Rasches Jugendwachstum; mäßig starkes Regenerationsvermögen, Blätter normal grün, Fiederblättchen unten und oben allmählich in eine Spitze übergehend (s. Abb. 1), Breite zu Längewie 1:3,4 bis 1:4,4; Konnektiv weiß (siehe Abb. 2); Kelch grün, junge Hülse beim Herauswachsen aus dem Kelch grün, kahl oder behaart; reife Hülse grünlich, graugrün oder schmutzibraun; Samen gelb.

Pars I. *varietates colorum floris 1 usque ad 4 complectatur.*

Celeriter increscens in juventute; modica potestas regenerationis; folia viridia; pinnae basi et apice paulatim acuminatae, latitudo ad longitudinem sicut 1 : 3,4 usque ad 1 : 4,4; connectivum album; calyx viridis; legumen in juventute excrecens e calyce viride, glabrum vel pilosum; maturum legumen virens, glaucum vel luridum; semen luteum.

Gruppe II. die Blütenfarben-Varietäten Nr. 5–6 umfassend.

Langsame Jugendentwicklung; sehr starkes Regenerationsvermögen; Blätter dunkelgrün; Fiederblättchen unten und oben ziemlich abgerundet mit kurzer Spitze, Breite zu Längewie 1:2,5 (s. Abb. 1); Konnektiv schwarz; Kelch grün, karmin punktiert; junge Hülse

beim Herauswachsen aus dem Kelch hornartig, schwarz-purpurn, glänzend, stets kahl; reife Hülse, graugrün mit schwachem metallischem Schimmer; Samenfarbeschwarz.



Abb. 1. Die typischen Blattformen von: 1. *Ornithopus sativus* var. *candido*, 2. var. *flavo-viride*, 3. var. *sulphureo*, 4. var. *typico-florens*, 5. *Ornithopus* subsp. *melanospermus* var. *rubiginoso*, 6. var. *coccineo*.



Abb. 2. Die Blütengeschlechtssäulen von: *O. sativus* (links) und *O. subsp. melanospermus* (rechts).

Pars II. *varietates colorum floris 5 usque ad 6 complectatur.*

Tarde increscens in juventute; maxima potestas regenerationis; folia atro-viridia; pinnae basi et apice subrotundatae breve acuminatae, latitudo ad longitudinem sicut 1 : 2,5; connectivum nigrum; calyx viridis, coccineopunctatus; legumen in juventute, excrescens e calyce, corneum, atropurpureum, splendens, semper glabrum; maturum legumen glaucum, diffuse metallice nitens; semen nigrum.

Diese auffälligen morphologischen, erblichen Unterscheidungsmerkmale dürften dazu berechtigen, die Varietäten der Gruppe II als eine besondere Sub-Species der Gattung *Ornithopus* anzusehen, die ich *Ornithopus sativus* (Brotero) subsp. *melanospermus* Vogt benennen möchte.

Es ergäbe sich dann folgende systematische Einteilung:

Ornithopus sativus Brotero

var. *flore candido* Vogt; Fahne und Flügel der Blüte reinweiß; Schiffchen hellgelblich-grün; Kelch grün, behaart; Hülse kahl; Samen gelb.

Varietas flore candido: vexillum et alae floris pure candidae, carina dilute flavo-viridis, calix viridis, pilosus; connectivum album; legumen glabrum; semen luteum.

var. *flore flavo viride* Vogt; Fahne und Flügel cremefarben; Schiffchen gelblich-grün; Kelch grün, behaart; Konnektiv weiß; Hülse kahl; Same gelb.

Varietas flore flavo-viride: vexillum et alae floris dilute flavo-viridis; carina flavo-viridis, calix viridis, pilosus; connectivum album; legumen glabrum; semen luteum.

var. *flore sulphureo* Vogt; Fahne der Blüte schwefelgelb mit rosafarbenen Adern; Flügel schwefelgelb ohne rosa Adern; Fahne und Flügel verfärben sich beim Verblühen rotorange; Schiffchen hellgrün; Kelch grün, behaart; Konnektiv weiß; Hülse kahl oder behaart; Same gelb.

Varietas flore sulphureo: vexillum floris sulphureum, roseovenosum; alae sulphureae, non roseo-venosae vexillum; et alae deflorescentes colorem in aurantiacum mutant; carina dilute viridis; calix viridis, pilosus; connectivum album; legumen glabrum vel pilosum; semen luteum.

var. *flore typico-florens* Vogt; Fahne und Flügel weiß bis hellrosa mit rosa Adern, beim Verblühen sich mehr oder weniger rosa verfärbend; Schiffchen hellgrün; Kelch grün, behaart; Konnektiv weiß, Hülse behaart oder kahl; Same gelb.

Varietas flore typico-florens: vexillum et alae albae ad dilute-roseae roseo-venosae, deflorescentes colorem saepe plus minusve in roseum mutant; carina dilute viridis, calix viridis pilosus; connectivum album; legumen glabrum vel pilosum; semen luteum.

Ornithopus sativus (Brotero) subsp. *melanospermus* Vogt

var. *flore rubiginoso* Vogt; Fahne hellkarmin, dunkel geädert; Flügel wie Fahne, aber im oberen Teile in weiß bis schwach gelb getönt übergehend; Schiffchen grün bis schwach rötlichbraun, am Kiel rötlichbraun bis karminfarben; Kelch grün, karmin punktiert; behaart; Konnektiv schwarz; Hülse kahl, in der Jugend stark glänzend, dunkelpurpurn mit hornartiger Spitze, in reifem Zustande graugrün mit schwachem metallischem Schimmer; Same schwarz.

Varietas flore rubiginoso: vexillum dilute coccineum, coccineo-venosum, alae et vexillum in apice ochroleucae vel sub-luteo-fusae; carina viridis ad sub-rubiginosa, basi rubiginosa ad coccinea; calix viridis, coccineo-punktatus, pilosus; connectivum nigrum; legumen glabrum, in juventute valde splendidum, atropurpureum corneo-acuminatum, maturum glaucum diffuse metallice nitens; semen nigrum.

var. *flore coccineo* Vogt; Fahne und Flügel karminrot; Schiffchen grün bis schwach rötlichbraun, am Kiel rötlichbraun bis karminrot; Kelch grün, karmin punktiert, behaart; Konnektiv schwarz; Hülse kahl, in der Jugend stark glänzend, dunkelpurpurn mit hornartiger Spitze, in reifem Zustande graugrün mit schwachem metallischem Schimmer; Same schwarz.

Varietas flore coccineo: vexillum et alae coccineae; carina viridis ad sub-rubiginosa, basi rubiginosa ad coccinea; calix viridis, coccineo-punktatus, pilosus; connectivum nigrum; legumen glabrum in juventute valde splendidum, atropurpureum, corneo-acuminatum, maturum glaucum diffuse metallice nitens; semen nigrum.

Über den Wert dieser Blütenfarbenvarietäten ist folgendes zu sagen: Soweit er nur die Blütenfarbe betrifft, ist er in der dadurch bedingten und möglichen leichten Unterscheidbarkeit der Zuchtsorten begründet. Während es bei der normalblühenden Serradella dem Feldbesitzer bei der Anerkennung nicht möglich ist, die Zuchtsorte z. B. „Lembkes“ von der „Otsaat“ zu unterscheiden, und er die Sortenechtheit nur auf Grund von Saatgut-Bezugsnachweisen beurteilen kann, ist jede normalblühende Zuchtsorte von der „Vogt's Rotblühenden“ fast während der ganzen Vegetationszeit ohne Mühe zu unterscheiden und die Sortenechtheit festzustellen. Das Gleiche gilt hinsichtlich des Saatgutes, bei dem die Samenfarbe ein untrügliches Merkmal darstellt.

Der ackerbauliche Wert der bisher aufgefundenen Blütenfarbenvarietäten ist unterschiedlich. Bei der Spezies „*sativus*“ dürfte die „var. *flore sulphureo*“ als Nutzpflanze für die deutschen Verhältnisse ganz ausscheiden, da sie zu früh und zu wenig blattreich ist. Sie bringt zu wenig Masse, hat einen zu hohen Stengelanteil, reift von allen Varietäten am frühesten ab und eignet sich als Untersaat am allerwenigsten. Somit kommen von den Varietäten der Spezies „*sativus*“ außer der var. *flore typico-florens* noch die var. *flore candido* und var. *flore flavo-viride* in

Frage. Beide haben ungefähr den gleichen Entwicklungsrhythmus wie die var. *flore typico-florens*. Im jahrelangen Anbau in meinem Sortiment hat sich besonders die var. *flore flavo-viride* als anbauwürdig erwiesen. Sie dürfte züchterisch bearbeitet, der var. *flore typico-florens* in nichts nachstehen, sie wahrscheinlich sogar im Ertrage übertreffen.

Noch größer ist aber der Anbauwert der beiden Varietäten der *Ornithopus* subsp. *melanospermus* Vogt. Mit Recht weist K l i n k o w s k i*) schon im Jahre 1937 darauf hin, daß bei Verwendung der Serradella als Untersaat die frühreifen Formen zur Schnittrife des Roggens, der ja im allgemeinen allein als Überfrucht in Betracht kommt, bereits so weit in der Entwicklung fortgeschritten sind, daß sie zum überragenden Teil überhaupt nicht mehr in der Lage sind, zu regenerieren. Die spätreifen Typen mit ihrer langsameren Jugendentwicklung — hierzu gehören die rotblühenden Varietäten — werden dagegen durch den Schnitt der Überfrucht nicht wesentlich beeinträchtigt und liefern bald danach einen geschlossenen, üppigen Bestand, während selbst bei hohem Stoppelschnitt bei frühreifen Formen kein geschlossener Bestand mehr zu erwarten ist.

Ein weiterer Vorteil der beiden Varietäten von *O. melanospermus* Vogt gegenüber den Varietäten von *O. sativus* Brot. ist ihre absolute Zweischnittigkeit. Ihr später Blühtermin ermöglicht bei ihrem Anbau als Hauptfrucht zur Futternutzung oder Samengewinnung, ohne irgendwelches Risiko, einen ersten Schnitt beim Erscheinen der ersten Blütenknospen zu nehmen, ohne daß der zweite Hauptschnitt, sei es als Futter- oder als Samenernte, eine Einbuße erleidet.

Weitere Eigenschaften, wie das bedeutend später erfolgende Öffnen der Staubbeutel in den Blütenknospen, der etwas bessere Zusammenhalt der Hülsenglieder u. a. m. sind von besonderer Bedeutung für die Züchtung. Näheres darüber soll einem späteren Artikel vorbehalten bleiben.

*) M. K l i n k o w s k i, Ein Beitrag zur Biologie der Serradella. Pflanzenbau 1936/37.

Kleine Mitteilungen

Über zwei Fälle ungewöhnlicher Wurzelbildung aus dem Stamme

Von

H. F. Neubauer, Bandung

Im Anschluß an eine Exkursion nach den Mangrovewäldern bei Tjilatjap an der Südküste Javas im April 1954 wurde das Regierungsforstamt Batu Raden in Mitteljava besucht, welches die Staatswälder an den Abhängen des erloschenen Vulkanberges Gunung Selamat verwaltet. Einzelne Parzellen dieses Revieres sind auch mit Baumarten bestanden, welche Harze oder ähnliche Produkte liefern; u. a. findet man hier alte Palaquim-Bäume, die bekanntlich Guttapercha liefern. Die



Abb. 1. *Agathis alba* Foxw. (*Agathis loranthifolia* Salisb.) Stammpartie mit Adventivwurzeln unter der Borke hervorbrechend

höheren Lagen dieses Vulkanberges, bereits in der Nebelzone gelegen, sind mit Damar (*Agathis alba* Forst.) aufgeforstet. Beim Durchqueren dieses Agathiswaldes wurde eine in höchstem Maße beachtenswerte Erscheinung beobachtet, derengleichen bisher in der Literatur noch nicht verzeichnet zu sein scheint, wenigstens soweit es dem Verfasser in der hier zur Verfügung stehenden Literatur festzustellen möglich war.

Es ist bekannt, daß Stecklinge der meisten Koniferen wie auch der heimischen Stein- und Kernobstgehölze nur recht selten, und selbst bei Anwendung von Auxinen und Wuchsstoffpasten und ähnlichem nur recht schwer zur Bewurzelung zu bringen sind. Um so bemerkenswerter



Abb. 2. Adventivwurzelbildung am Stamm eines Spaliers von „Königin Hortense“

ist es, daß ein Agathisbaum von etwa 35 cm Stammdurchmesser in etwa $2\frac{1}{2}$ m Höhe über dem Erdboden eine ganze Anzahl von Wurzeln gebildet hatte, welche unter der Borke bzw. der abgestorbenen Rinde hervorbrachen. (Abb. 1.) Offenbar war der Stamm an dieser Stelle beschädigt gewesen, doch war die Rinde noch über der beschädigten Stelle erhalten geblieben. Vielleicht war der erste Anlaß ein Fraßgang einer Larve, vielleicht auch ein Pilzmyzelium, oder trat dieses erst späterhin auf. Aus der Überwallung des Randes sproßten Adventivwurzeln bis zu einer Länge von über einem halben Meter hervor, und dies sogar an mehreren Stellen. Sicher begünstigte das feuchte Klima des tropischen Regenwaldes diese Entwicklung, ihre Ursache aber muß in anderen Umständen gelegen sein, über deren Natur man nur ganz vage Vermutungen äußern kann. Vielleicht hatte der stetige Wundreiz fressender Larven, vielleicht Stoffwechselprodukte dieser oder von Mikroorganismen, welche die Exkremente dieser Tiere oder die abgestorbenen Rinden- und Holzteile besiedelten, den Anreiz gegeben? An dem Bilde kann man mit der Lupe in den Borkenstücken, die noch an den Wurzeln hängen,

besonders in der oberen Bildhälfte deutlich bis fingerdicke Fraßlöcher sehen, die aber sicher erst später entstanden sind.

Fast genau dieselbe Erscheinung aber ist dem Verf. sogar aus dem eigenen Obstgarten in Woerden bei Wien von einem alten, durchgetriebenen Fächerspallierbaume der Halbweichselssorte „Königin Hortense“ (Pflanzjahr 1906 oder 1907) bekannt geworden. Die Abb. 2 wurde anlässlich des letzten Europaurlaubes im Sommer 1955 aufgenommen. An diesem Baume war schon vor Jahren ein Arm des Fächers nicht ganz sachgemäß entfernt worden und die Wunde blieb unbehandelt. Der Stumpf faulte daher bald aus, und die Fäulnis ergriff auch den darunter befindlichen Stammteil, welcher also etwas spiralförmig herablaufend, aber auch über dem Stumpfe, eine ziemlich große kranke Stelle hatte, die auch von Käferlarven befallen war.

Anfangs war diesem Stumpfe überhaupt keine Beachtung geschenkt worden. Erst als damals die Größe der schadhaften Stelle untersucht wurde, und zu diesem Zwecke die abgestorbene Rinde, die bei Kirschenarten aller Art ziemlich fest und widerstandsfähig ist, entfernt worden



Abb. 3. Derselbe Stamm wie in Abb. 2.
Die Aufnahme zeigt beide Stellen, aus
denen Wurzeln hervorbrechen

war, zeigte es sich, daß aus der Randüberwallung an zwei Stellen Adventivwurzeln von etwa einem Viertel Meter Länge gewachsen waren. Eine dieser Wurzeln hatte bereits Daumendicke erreicht. Daraus ging hervor, daß diese Wurzeln augenscheinlich schon seit mehreren Jahren sich entwickelten, jedoch vielleicht im Winter an ihren dünnen Endteilen abgestorben sein mußten. Oder waren sie nur sehr langsam gewachsen? Das Substrat, in dem diese Wurzeln wuchsen, der Raum zwischen den noch festeren Holzteilen und der äußeren Rindenlage, war

eine unkenntliche Masse vermoderten Holzes, untermischt mit Rindenanteilen. An dem Bilde ist nur eine Stelle des Randwalles mit Wurzeln sichtbar, die zweite befindet sich an der anderen Stammseite.

Es wäre sicher von großem Interesse, wenn Besitzer bäuerlicher Obstanlagen in Berggegenden und Forstbeamte in ihren Revieren nach ähnlichen Erscheinungen Ausschau halten und so gegebenenfalls weitere Beiträge zur Kenntnis dieser Erscheinung liefern könnten.

Besprechungen aus der Literatur

Baumeister, W., und Burghardt, H., Die Bedeutung der Elemente Zink und Fluor für das Pflanzenwachstum. Forschungsber. d. Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen, Nr. 388. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1957. 38 S. 10,20 DM.

Die in ihrer Wuchsform wesentlich unterschiedlichen Biotypen von *Silene inflata* Sm. — Gartenform aufrechter Wuchs, große Blätter, Galmeiform niederliegend, kleinblättrig — verhalten sich auch gegen Zink verschieden. Bei der Gartenform erwies sich bereits sehr geringe Zugabe zur Nährlösung als optimal, bei der Galmeiform erst die fünffache Menge. Entsprechend schädigt hohe Zinkgabe die Gartenform frühzeitiger als die Galmeiform. Letztgenannte zeichnet sich durch hohe CO_2 -Assimilation aus, entsprechend auch durch höheren Pigmentgehalt. Die Chlorophyllausnutzung zeigt jedoch keine mit der Zn-Gabe oder dem Charakter der Biotypen zusammenhängenden gesetzmäßigen Schwankungen. Ob die unterschiedliche Wuchsform beider Biotypen auf unterschiedliche, durch die Zn-Mengen beeinflusste Wuchsstoffgehalte beruht, ist noch zu prüfen.

Zu den Untersuchungen über die physiologische Wirkung des Fluors dienten zwei Pflanzen mit extremen F-Gehalten: Tomaten als F-arme, Spinat als F-reiche Pflanzen. Bemerkenswerterweise riefen bei Spinat schon geringste F-Mengen in der Nährlösung Erniedrigung des Frischgewichts hervor, bei Tomaten erst wesentlich höhere Gaben. Vff. vermuten bei beiden ein unterschiedliches Aufnahme- oder Auslesevermögen, das bei Spinat rascher zu einer F-Anhäufung und -Vergiftung führt. — Die höheren F-Gaben, die bei Spinat das Frischgewicht wesentlich beeinträchtigten, zeigten an Tomaten bei unveränderten CO_2 -Assimilations-, Atmungs- und Pigmentwerten starke Frischgewichtszunahme. Vff. meinen, verschiedene Forscher, darunter auch der Rezensent, hätten eine Notwendigkeit oder biologische Bedeutung des F im Pflanzenreich deswegen nicht nachweisen können, weil ihnen lediglich Schäden durch F-Einwirkung bekannt geworden seien; auf Grund genannter Versuchsergebnisse ließe sich dieser Auffassung nunmehr aber ergänzend hinzufügen, daß dem F wenigstens für bestimmte Pflanzen fördernder Einfluß auf das Wachstum zukomme. Das ist aber in dieser Form nicht richtig und nicht neu. Rezensent sagt auf Seite 33 der 1. Auflage seiner „Biochemie und Physiologie des Fluors“ 1951 (und auf Seite 85 der 2. Auflage 1956) klar: „Aus allen diesen Versuchen ist in Zusammenhang mit älteren zu entnehmen, daß F . . . in Nährlösung bei starker Verdünnung stimulierend auf . . . Keimung und Wachstum . . . höherer Pflanzen wirken kann, es aber, wie auch negative Befunde zeigen, nicht immer tut . . .“

G. Bredemann, Hamburg

Becker, G., und Theden, Gerda, Jahresberichte über Holzschutz 1955. Begründet von W. Kinberg. Berlin-Dahlem 1956. 170 S. Geb. 45,— DM.

Es kann müßig erscheinen, über jährlich neu herauskommende Jahresberichte referieren zu wollen. Da es sich im vorliegenden Fall aber um ein in seiner heutigen Gestalt noch ziemlich junges Unternehmen handelt, scheint es dem Ref. doch bedeutsam, darauf hinzuweisen, daß nunmehr der Bericht über das Jahr 1955 vorliegt und in Kürze der nächste Band

erscheinen wird, womit dann der Jahresbericht als „laufend“ betrachtet werden kann. Mit Fleiß und Zuverlässigkeit ist von den Herausgebern auch im vorliegenden Band die gesamte Weltliteratur, soweit erreichbar, bearbeitet, so daß der Bericht jedem, der sich irgendwie mit Holzschutz befaßt, als vollständige Sammlung kurzer Referate unentbehrlich ist.

Z y c h a, Hann. Münden

Darlington, C. D., Chromosomenbotanik (Chromosome Botany). Deutsche Übersetzung von **F. Brabec**. Georg Thieme, Stuttgart, 1957. 160 S., 36 Abb. Gr.-8°, kartoniert 16,50 DM.

Die Chromosomen Botanik (Chromosomen-Botanik, Chromosomenbotanik) ist ein seltsames, eigenwilliges, aber keineswegs uninteressantes Buch. Bereits in den Eingangszitaten von Whyte (1778) und Hooker (1855) wird die Attacke gegen die systematische Botanik eröffnet, die sich nach den Worten des Verfassers „mit der Untersuchung toter Pflanzen unter Verwendung einer leblosen Lupe“ begnügt, obwohl die erste ernst zu nehmende Definition des Artbegriffes (John Ray, 1686) eine experimentelle gewesen sei, da sie bereits die Formel „*distincta propagatio ex semine*“ enthalten habe. Dieser „toten“ — in dieser Form inzwischen sicher verbliebenen — botanischen Systematik möchte offenbar Darlington eine Wiedergeburt der Botanik aus dem Geiste der Genetik entgegensetzen. Das Chromosom ist ihm wohl dabei das Symbol, das viele Zweige botanischer Forschung zusammenführen könnte: die Botanik der Wild- und Kulturpflanzen, die experimentelle Genetik, die Pflanzenzüchtung, die Evolutionslehre, Ökologie, Soziologie und schließlich auch die Systematik. Es schlägt sogar die Brücke zwischen Botanik und Zoologie.

Dieses lobenswerte Vorhaben könnte heute durchaus auf Verständnis stoßen. Die vorliegenden Kapitel auf 150 Druckseiten können aber wohl nicht mehr als ein Entwurf hierfür sein. Das 1. Kapitel beschäftigt sich mit den Grundfragen der Chromosomenmorphologie und -mechanik. Daß wir auf die Frage „Was sind Chromosomen?“ nur eine unsichere Antwort geben können, läßt sich nicht verbergen. Fast die Hälfte des Kapitels behandelt übrigens den Sonderfall der B-Chromosomen, der vielleicht — zugegeben — häufiger sein mag, als früher vermutet. Ihre Bedeutung bleibt aber ungeklärt. Die Kapitel 2—4 handeln über die Pflanze in der Fortpflanzungsgemeinschaft („in Gruppen“, im Raum und in der Zeit. Sie bringen im Grunde eine Darstellung der modernen Evolutionstheorien. Hier wird aber deutlich, daß das Chromosom für Darlington nicht nur Symbol, sondern Inhalt und entscheidende Grundlage aller Betrachtungen ist und sein soll. Dabei wird aber an zahlreichen der herangezogenen Beispiele immer wieder sichtbar, daß unter den verschiedenartigen Befunden der Chromosomenkunde kaum einer eine absolute Bedeutung hat. So ist z. B. die durch Strukturunterschiede bedingte genetische Isolierung nur eine unter anderen Möglichkeiten. Chromosomenzahl, -größe, -gestalt können z. B. nichts über den Grad der Interfertilität aussagen. Nicht einmal der positive Befund einer Chromosomenhomologie kann etwas sicheres über den Grad der evolutionären Differenzierung aussagen (Beispiel: *Festuca pratensis* — *Lolium perenne*). Selbst die vieldiskutierten Regeln über die Beziehungen zwischen Polyploidiegrad und ökologischen Ansprüchen sind mit Vorsicht zu betrachten.

Die immer wieder eingeflochtenen Angriffe gegen die Systematik erscheinen in diesem Zusammenhang vielfach ungerecht. Man ist geneigt zur Entgegnung, daß Chromosomenbotaniker offenbar nur fixierte Pflanzenteile mit den Mitteln der modernen Optik betrachten. Die Pflanzen als solche und ihre morphologischen und physiologischen Manifestierungen interessieren nur insoweit, als sie mit einer Systematik chromosomaler Befunde in Beziehung zu bringen sind. Gerechterweise sei erwähnt, daß der Verfasser im Vorwort selbst die Chromosomenbotanik als „einen der vielen Aspekte der Botanik“ betrachtet. Erkennt er aber damit an, daß sein Weg z. B. keine Lösung für die Probleme der Ordnung und Nomenklatur vom Aspekt des Systematikers bringen kann? Er lobt die „an sich gründliche Ordnungsarbeit der Museumsfachleute“, glaubt aber nicht, daß man das Chromosom als Anhängsel den systematischen Ordnungskategorien beifügen könne. Das ist zweifellos richtig. Das liegt aber nicht an den Methoden und den Ergebnissen der Systematik, sondern an der Andersartigkeit der Methodik im Vergleich zu der der Chromosomenforschung. Der Satz „Es gibt kein Kompromiß zwischen ihnen“ erscheint als Starrsinn aus einseitiger Betrachtungsweise. Darlington verwendet ja selbst auf jeder Seite die Ergebnisse der Arbeit am System. Wie wollte er sonst bei dem Leser eine Vorstellung wachrufen, daß er z. B. — sic! — von *Fritillaria imperialis* berichtet, d. h. von einer Pflanze die neben anderen schönen und interessanten Merkmalen neben 24 Chromosomen noch 6 B-Chromosomen besitzt.

Natürlich stellt Darlington unausgesprochen die Forderung nach einem phylogenetischen System. Sicherlich ist ein perfektes phylogenetisches System ein ideales Ziel, aber eben nur ein ideales. Es kann weder durch den Systematiker noch durch den Chromosomenbotaniker gelöst werden, zumal ja die Evolution nicht geradlinig verläuft, sondern stets netzartige Verbindungen knüpft, worauf Darlington mit Nachdruck hinweist. Und das von ihm abgelehnte Prioritätsprinzip in der Nomenklatur ist ja gerade ein Beweis dafür, daß die Ordnung das Hauptanliegen der Systematik geblieben ist, und daß sie auf den Anspruch nach einer phylogenetischen Bedeutung des Systems im Grunde verzichtet hat. Sicherlich wird man Änderungen im System auch in Zukunft nicht vermeiden, wenn neue Erkenntnisse über Abgrenzungsprobleme, zu denen auch die Chromosomenforschung ihre Beiträge liefern kann, dazu Anlaß geben, wenn z. B. in der Gattung *Crepis* die Befunde der Chromosomenforschung zeigen, daß gewisse als wesentlich betrachtete Merkmale für die Abgrenzung unwesentlich sind. Ist es nicht im Gegenteil bewundernswert, daß die Systematiker ohne Chromosom und Erbversuch so oft das Richtige getroffen haben? So stammt ja z. B. die gültige Ordnung der *Triticum*-Arten im wesentlichen nicht von Sakamura, sondern von Schulz.

Sollte man dem Leser empfehlen, diese „kollegialen Ausfälle“ zu überlesen? Ja — und nein, denn sie sind im Grunde das Salz dieses Buches. Es würzt und reizt zur kritischen Betrachtung und hebt so das eigentliche Thema. Es gibt sicherlich wenige Wissenschaftlicher in der Welt, die die Vielseitigkeit der chromosomalen Befunde so beherrschen wie der Verfasser, und man muß ihm dankbar sein, daß er mit diesem Wissen ausgestattet, aus der „Zunft der Chromosomenzähler“ heraustretend, diese Befunde in einen weiten allgemeinen Rahmen einzuordnen versucht. Er

demonstriert sie mit einer Menge interessanter Beispiele. Um die Richtigkeit der evolutionären Theorien zu bekräftigen, werden die Ergebnisse an den alten Kulturpflanzen (Kap. V) und die historisch überschaubaren Entwicklungen der modernen Zierpflanzen (Kap. VI) gesondert behandelt.

Im letzten zusammenfassenden Kapitel erfährt man schließlich, was es mit der „Chromosomenbotanik“ auf sich hat. Sie „hat sich hauptsächlich als fruchtbar erwiesen, um evolutionäre Vorgänge und ihre Ursachen aufzudecken.“ Einige Zeilen weiter: „Bei einigen Pflanzen ändern sich die Chromosomen daher sichtbar in direkter Beziehung zu den äußeren Evolutionssymptomen. In anderen Pflanzen ändern sie sich viel schneller, bei wieder anderen ändern sie sich kaum.“ Ferner: „Diese in systematischen Gruppen gefundenen Unterschiede in der Variabilität beruhen auf Unterschieden in der *généetischen Organisation* (Sperrung d. Ref.), deren Auslesewirkung und chemische Grundlagen wir noch nicht verstehen.“ Im Schlußsatz: „Aus unseren Chromosomenstudien erfahren wir, daß Änderungen des *Fortpflanzungssystems* (Sperrung d. Ref.) in der Evolution von einschneidender Bedeutung sind.“

Darlington hat ein interessantes, lesenswertes Buch geschrieben. Aber was soll das (fragwürdige) Schlagwort als Titel? Wozu die Aggressivität gegen die Systematiker?

Noch ein kurzes Wort zur Übersetzung: Es ist keine bequeme Lektüre. Oft sträubt sich das Sprachgefühl. Gelegentlich ist es zweckmäßig, eine Rückübersetzung zu versuchen, um dem Verständnis näher zu kommen. Immerhin: es ist sicherlich keine leichte Aufgabe die Diktion Darlington's ins Deutsche zu übertragen, und es mag seinen Sinn haben, den Leser die Besonderheit dieser Diktion spüren zu lassen.

Alfred Lein (Schnega/Hann.)

Guyot, A. L., Les Rouilles des Légumineuses. (Bd. XXIX der Encyclopédie Mycologique: Les Urédinées, tome III, genre Uromyces; c] espèces parasites des plantes appartenant à la famille des Légumineuses.) Éditions P. Lechevalier, Paris 1957. 647 S., 143 Abb., 13 Taf. Brosch. 8500,— ffr.

Das letzte große Sammelwerk über die Uredineen, das wir den Gebrüdern Sydow verdanken, ist 1924 abgeschlossen; die vorgesehenen Nachträge sind leider nicht zustande gekommen. Mehrere in der Folge erschienene Monographien einzelner Tribus oder Gattungen und auch Floren einzelner Länder vermochten in der Zwischenzeit nicht über den empfindlichen Mangel einer generellen zeitgemäßen Zusammenfassung hinwegzutäuschen. Es wurde daher außerordentlich begrüßt, als 1938 Guyot den 1. Band einer geplanten morphologischen und biologischen Monographie der Uredineen Europas und der angrenzenden Gebiete vorlegte, die darüber hinaus eine Übersicht über alle bisher bekannt gewordenen Spezies enthalten sollte. Guyot hatte sich damit eine monumentale Aufgabe gestellt, deren Bewältigung die Kräfte eines einzelnen schier zu übersteigen schienen.

Guyot begann 1938 mit der Gattung *Uromyces*. 1951 folgte der 2. Band, und nunmehr ist der 3. *Uromyces*-Band erschienen, der lediglich die auf Leguminosen auftretenden Arten umfaßt. Wie in den früheren Bänden ist auch hier wieder ein ungeheures Material zusammengetragen und ausgewertet.

Der Verf. unterteilt in die Sektionen: *Verrucosi-Uromyces* (mit den Untersektionen der Typen *U. anthyllidis*, *U. onobrychidis*, *U. pisi*, *U. trifolii*, *U. lapponicus*, *U. genistae-tinctoriae*, *U. striatus* u. a.), *Reticulati-Uromyces*, *Crassi-Uromyces* und „Divers“. Von 183 Arten werden Nomenklatur, Morphologie, Biologie, geographische Verbreitung usw. beschrieben. Zahlreiche Abbildungen und viele geographische Karten erhöhen den Wert der hervorragenden textlichen Gestaltung. Bei dieser ist allein schon die kritische nomenklatorische und taxonomische Bearbeitung eine Leistung, der vielleicht nicht jeder vorbehaltlos zustimmen, die aber jeder gebührend zu würdigen wissen wird, der sich mit dieser schwierigen Rostpilzgruppe einmal näher befaßt hat. Die seit dem 1. Teilbände fortlaufend numerierte Literatur weist nunmehr 1664 Titel auf. Leider ist das Literaturverzeichnis nicht in diesem Bande enthalten, sondern erscheint in Band V der „*Uredineana*“. Auch einige Nachträge zu den vorhergehenden Bänden sind in den „*Uredineana*“ veröffentlicht, wodurch bedauerlicherweise die Geschlossenheit der *Uredineenmonographie* gestört wird.

Guyots „*Leguminosenroste*“ werden nicht nur von allen Mykologen und speziell Uredinologen, sondern darüber hinaus von allen Phytopathologen dankbar begrüßt werden. Und man darf den Ausspruch von Maire aus dem Vorwort zum 1. Bande vorbehaltlos unterstreichen: „Il fait honneur à la science française.“

Hassebrauk, Braunschweig.

Hey, A., Für die Saatenanerkennung bedeutsame Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Neumann-Verlag, Radebeul, 1957. 128 S., 55 Abb., Ganzln. 16,— DM.

Der Verfasser hat in klarer, übersichtlicher Form die Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen behandelt, die für die landwirtschaftliche Saatenanerkennung wichtig sind. Zunächst werden jeweils Entstehung und Verlauf der Krankheit oder der Schädigung bei den einzelnen Pflanzenarten erörtert. Sodann folgt eine eingehende Beschreibung des Krankheits- bzw. Schadbildes. Die danach aufgeführten Anerkennungsbestimmungen entsprechen der „Grundregel für die Anerkennung des Saat- und Pflanzgutes von landwirtschaftlichen Fruchtarten, Korbweiden, Gemüse sowie Heil und Gewürzpflanzen“, die am 1. August 1956 im Bereich der Deutschen Demokratischen Republik in Kraft getreten sind. Diese Saatenanerkennungsbestimmungen weichen in einigen Fällen von der in der Bundesrepublik gültigen Verordnung über die Anerkennung von Saatgut ab. Sie sind vielfach als wesentlich schärfer anzusprechen. So ist z. B. die Augenstecklingsprüfung bei Eliten und Supereliten vorgeschrieben. Die einzelnen Abhandlungen über die Krankheiten und Schädlinge schließen jeweils mit Empfehlungen zur wirksamen Bekämpfung ab. Das Buch ist mit 55, teils farbigen Abbildungen ausgestattet, die das Erkennen der Krankheit bzw. des Schadens wesentlich erleichtern. Die Wiedergabe vor allem der Farbtafeln ist technisch nicht immer ganz gelungen. Alles in allem handelt es sich um ein Werk, das dem Saatenanerkenner wertvolle Hilfe leisten wird.

Winkelmann, Münster/Westf.

Jaccottet, J., Pilze. (Bd. I der „*CREATURA*“, Naturkundliche K + F-Taschenbücher.) Geographischer Verlag Kümmerly & Frey, Bern, 1957. 246 S., 64 Farbtaf., 47 Federzeichnungen. Ganzln. 16,— sfr.

In der Reihe der zahlreichen in den letzten Jahren erschienenen Leitfäden für Pilzfreunde kann das vorliegende Büchlein lobend hervorgehoben

und empfohlen werden. Für die deutschsprachige Ausgabe und für die Nomenklatur zeichnen J. Peter und F. Marti verantwortlich. Jaccottet hat eine liebenswürdige Art zu plaudern. Die wissenschaftlich exakten und sehr eingehenden Beschreibungen der zahlreichen von ihm angeführten Pilzarten weiß er immer wieder durch Anekdoten und die Schilderung eigener Erlebnisse zu würzen. Auch bringt er Rezepte für die Zubereitung, die zum Teil wohl auch alten Kennern neu sind, und bei denen nicht nur die Titel (*Chanterelles à la Crème*, *Steinpilz à la Bordelaise*, *Mousserons à la Provençale* usw.) verlockend sind. Wenn auch kaum anzunehmen ist, daß die Käufer eines solchen Buches einmal einer Pilzvergiftung zum Opfer fallen, wäre es doch vielleicht zweckmäßig, die giftigen oder verdächtigen Arten im Druck besonders hervorzuheben, wie es z. B. in Knaurs Pilzbuch geschehen ist. Bei einem Pilzbuch ist neben dem Text den Abbildungen besonderes Gewicht beizumessen. Die Farbtafeln von Paul Robert jun. sind gut. Sie sind ganzseitig ausgeführt und stellen die Pilze an ihrem natürlichen Standort dar. Sehr gut und instruktiv sind aber auch die von E. Jaccottet angefertigten Federzeichnungen, die zahlreiche wichtige Pilze im Längsschnitt, Sporen oder andere Details zeigen. Der Verlag hat das Taschenbuch vorzüglich ausgestattet.

Hassebrauk, Braunschweig.

Jahrbuch 1956 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien. Red. von R. Bauer (8. Sonderh. d. Ztschr. „Die Bodenkultur“). Fromme & Co., Wien 1957. 196 S., 47 Abb. Brosch. 56,— S.

Das Jahrbuch wird mit einem Bericht über die anlässlich des 75jährigen Bestehens der Anstalt abgehaltene Feier und dem Tätigkeitsbericht Bauers eingeleitet. Über die Arbeiten der Abteilung für Saatgutprüfung im allgemeinen und im besonderen geben Germ, Kietreiber, Zislavsky und Erhart Rechenschaft. Walzl berichtet über die Tätigkeit der Qualitätsabteilung, Meinx und Walzl legen die Ergebnisse ihrer mehrjährigen Zeitstufen-Ernterversuche zur Feststellung des Mährdruscheinflusses auf den Verarbeitungswert von Getreide vor. Die botanischen Sortenbeschreibungen werden erweitert und ergänzt (Nietsch). Über die Verbreitung der wichtigsten Getreidesorten im Burgenlande berichtet Hafner, eine Statistik, die für epidemiologische Fragen ungemein wertvoll ist und deren planmäßige Auswertung auf weitere Getreidebaugelände man dringend wünschen möchte. Eine betriebs- und gesamtwirtschaftliche kritische Betrachtung des Maisanbaus legt Zweifler vor.

Über die vom Verbraucher bevorzugten Kartoffeln und über die Pflanzgutvorbereitung durch Wässern von Kartoffeln berichtet Demel. Die Rentabilität der Beregnung von Zuckerrüben wird von Graf und Fiala erörtert. Pammer bringt eine umfassende Arbeit über Rotklee und Klee gras. Wetterbeobachtungen, Sortenliste und Zuchtstättenverzeichnis schließen das Jahrbuch ab.

Hassebrauk, Braunschweig

Schaffnit, Ernst, Erlebtes, Erstrebtes und Erreichtes. Ludwig Röhrscheid Verlag, Bonn 1957. 279 Seiten, 3 Bildtafeln. Kart. 14,50 DM.

Wenige Tage nach dem 80. Geburtstage des bekannten früheren Bonner Ordinarius für Phytopathologie und Direktors des dortigen Instituts für

Pflanzenkrankheiten (10. Januar 1958) erschien unter genanntem reizvollen Titel diese seine Autobiographie. Es ist keine Biographie im üblichen Sinne, sondern, wie der Untertitel es selbst sagt, „zugleich ein Beitrag zur Chronik der Universität Bonn und der Geschichte ihres Instituts für Pflanzenkrankheiten“ und — möchte man hinzufügen — der Phytopathologie in Deutschland überhaupt.

Schaffnit war es, der die Aufnahme der Phytopathologie als ordentliches Lehr- und Forschungsfach im Rahmen einer Hochschule erkämpfte. Er trat unentwegt in Wort und Schrift für die Errichtung weiterer Lehrstühle ein und hat zur Erreichung dieser Forderung wesentlich beigetragen, wie auch zum Erlaß eines Pflanzenschutzgesetzes und überhaupt zum Ausbau des Pflanzenschutzdienstes. In dem von ihm 1921 in Bonn erbauten und großzügig angelegten ersten Universitätsinstitut für Pflanzenkrankheiten entwickelte sich eine rege Lehr- und Forschungstätigkeit, die ihren Niederschlag in zahlreichen Publikationen fand, vorwiegend in den von Schaffnit gegründeten „Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich“, die er später als „Phytopathologische Zeitschrift“ weiterführte. Die Schilderungen dieser vielfältigen Arbeiten, ihrer Entstehung und Ergebnisse, nehmen in den Lebenserinnerungen einen breiten Raum ein. Hierzu die vielen Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Kulturpflanzen, ihren Parasiten und der Umwelt, über Viruskrankheiten, über die Biologie wenig erforschter Pilzparasiten, Kälteresistenz als Stoffwechselproblem, besonders — auf 42 Seiten — die bislang von ihm z.T. noch unveröffentlichten Beiträge zur Kenntnis von Rauch-, Flugstaub- und Bergschäden im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Viele Leser hätten sicherlich gerne auch ein ausführliches Verzeichnis aller dieser Publikationen Schaffnits und seiner zahlreichen Schüler und Mitarbeiter gesehen.

Wo Licht ist, gibt es auch Schatten. Auch Schaffnit mußte das erleben. Auch er wurde 1933, ein Opfer der Naziwillkürherrschaft, aus seinem Amt und aus der Redaktion seiner Zeitschrift ausgeschlossen. Das aber bedeutete nicht nur eine Unterbrechung seiner Forschungstätigkeit, sondern deren vorzeitige Beendigung. Denn obgleich er 1946 auf Antrag der Universität Bonn zurückberufen wurde, war es „zu spät“ für die Durchführung vieler in Aussicht genomener Forschungsarbeiten geworden. Er mußte sich vordringlich dem Wiederaufbau seines im Kriege schwer angeschlagenen Instituts widmen, die Forschungsarbeiten konnten nur in beschränktem Maße wieder aufgenommen werden und wurden nach Schaffnits Emeritierung zur Hauptsache in der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Dachau zu Ende geführt. Der Schmerz über die Störung seiner wissenschaftlichen Betätigung und über das ihm widerfahrne Unrecht haben ihm zwar seelisch und körperlich jahrelang schwer zugesetzt, aber er resignierte nicht. Dafür zeugen auch die vorliegenden Lebenserinnerungen, für die wir ihm Dank wissen müssen. Uns „Alten“, die wir Schaffnits Schilderungen und dargestellten Persönlichkeiten mehr oder weniger persönlich noch miterlebt haben, oder aus denen wir Aufschluß über uns damals unbekannt gebliebene Tatsachen erhalten, bedeuten sie mehr als Reminiscenz. Und den jüngeren und jungen Kollegen, die das Buch alle lesen sollten, kann es ein „Lehrbuch“ sein — nicht nur in fachlicher Beziehung —, das ihnen zeigt, wie schwer ein Forscher oft zu kämpfen hat, was er aber für die Wissenschaft erreichen kann, wenn er unbeirrt guten Muts seine Ziele verfolgt.

G. Bredemann, Hamburg.

Stakman, E. C., and Harrar, J. G., Principles of Plant Pathology. The Ronald Press Company, New York, 1957. 581 S., zahlr. Abb. Gbd. 8,—\$.

Man wird ein Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten mit besonderer Erwartung zur Hand nehmen, wenn der eine Autor ein Phytopathologe von so bedeutendem Range ist wie E. C. Stakman. Die Erwartung wird nicht enttäuscht. Sehr bald ist man bei der Lektüre dieses Buches gefesselt und erfreut, wenn man verfolgt, mit welcher didaktischen Meisterschaft und aus welcher souveränen Schau die mannigfachen Probleme der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes dargestellt sind.

Die Verf. gliedern den umfangreichen Stoff in 18 Kapitel und behandeln: Bedeutung, Natur und Klassifizierung der Pflanzenkrankheiten und ihrer Erreger (Kap. 1—5); Wachstum, Vermehrung und Ausbreitung der Krankheitserreger, einschließlich ihrer Genetik (6—9); die ökologischen und physiologischen Beziehungen zwischen Wirt und Erreger, einschließlich der Epidemiologie (10—11); Pflanzenkrankheiten internationaler Bedeutung (12); Krankheiten auf dem Transport und im Lager (13); Quarantäne (14); Maßnahmen gegen Pflanzenkrankheiten (15—17); künftige Probleme und Ausichten (18).

Ref. muß sich darauf beschränken, einige wenige Gedankengänge und Darstellungen herauszugreifen. Zwei Aspekte scheinen dem vorliegenden Werke sein besonderes Gepräge zu geben. Einmal der sich immer wieder findende Hinweis auf die Fülle der ungelösten Rätsel, die so oft gar nicht mehr als solche beachtet werden. „Wir wissen eine ganze Menge darüber, wie sich viele pathogene Organismen verhalten, aber sehr wenig darüber, warum sie sich so verhalten.“ Warum bilden verschiedene Pilze auf derselben höheren Pflanze unterschiedliche Symptome; warum derselbe Pilz verschiedene Symptome auf verschiedenen Organen der Pflanze; warum zerstört ein Flugbrand die Samenanlagen des Wirts, die er bei der Erstinfektion nicht zerstört hat; warum dringt ein parasitischer Pilz nur in bestimmte Wirtsarten ein, in andere nicht? Usw.

Wie ein Ariadnefaden zieht sich aber dann durch das ganze Buch der Hinweis auf die unumgängliche Notwendigkeit einer internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Pflanzenschutzforschung wie des praktischen Pflanzenschutzes. Unter diesem Gesichtspunkte stehen besonders die Kapitel 12: Plant Diseases of International Importance, und 14: Quarantines, Eradication Campaigns, and International Plant Protection. „...until international agreement is an accomplished fact, fully successful protection cannot be expected.“ „...the question of plant protection on an international basis is one of paramount importance.“ Solche und ähnliche Aussprüche und Gedankengänge, die man sonst in amerikanischen Lehrbüchern nicht zu finden gewohnt ist, kehren immer wieder. Hier spricht der Chairman des Komitees für Internationale Zusammenarbeit der American Phytopathological Society mit seiner rühmlichst bekannten Aufgeschlossenheit für weltweite Probleme der Phytopathologie. Möge sein Ruf nicht ungehört verhallen!

Hervorgehoben seien sonst noch die Ausführungen über die Begriffe, die sich aus den wechselseitigen ökologischen und symbiontischen Beziehungen zweier Organismen ergeben können, hervorgehoben seien weiterhin die Betrachtungen zur Taxonomie und Nomenklatur, die ausgezeichneten Ausführungen über Zustandekommen und Verlauf von Epidemien, die bemerkenswerte Übersicht über die nordamerikanische Rostresistenzzüch-

tung. Begrüßenswert der Abschnitt, der sich mit der Rolle des Menschen bei der Verschleppung von Pflanzenkrankheiten befaßt, die klare Darstellung des für den Anfänger so verwirrenden Problems der physiologischen Spezialisierung, das Kapitel über Transport- und Lagerschäden, die Zusammenstellung der internationalen Organisationen usf. Es kann natürlich nicht überraschen, daß bei der Erörterung vieler Fragen gern gerade die in der Getreiderostforschung gewonnenen Erfahrungen zugrunde gelegt werden. Die Ausgewogenheit der Darstellung wird dadurch nicht im mindesten geschmälert.

Die Verf. haben sich nach ihren einleitenden Worten bemüht, die Fragen zu beantworten, die von Generationen von Studenten immer wieder vorgetragen werden, und auch manche Fragen, die wir uns selbst immer wieder bei unseren Bemühungen um Verbesserung unserer Ernten in allen Teilen der Welt stellen. Soweit uns unsere heutigen Kenntnisse das erlauben, haben die Verf. diese Antworten in vorbildlich klarer Form gegeben. Die "Principles of Plant Pathology" sind ein Lehrbuch, das nicht nur die Amerikaner angeht, sondern das jedem, der sich haupt- oder nebenberuflich mit den vielfältigen Aufgaben der Phytopathologie in der Forschung wie in der Praxis zu befassen hat, vor allem aber unseren Studenten vorbehaltlos und aufs wärmste empfohlen wird. Hassebrauk, Braunschweig.

Personalnachrichten

Unser Mitglied Prof. Dr. Werner B a v e n d a m m, Reinbek, wurde zum Wissenschaftlichen Rat ernannt.

Unser Mitglied Regierungsrat Dr. Claus B u h l, Kiel-Kitzeberg, ist zum Mitglied des Prüfungsausschusses für den höheren landwirtschaftlichen Dienst — Fachrichtung Pflanzenschutz — im Lande Schleswig-Holstein bestellt worden.

Unser Mitglied Prof. Dr. Erwin B ü n n i n g, Tübingen, wurde zum ordentlichen Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Walter D ö p p, Marburg, wurde für den Aufbau des vorklinischen Unterrichts in Botanik an der neugegründeten Medizinischen Fakultät in Ahwaz, Khuzistan (Süd-Iran) entsandt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Walter K o t t e, Freiburg, wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“ in Halle (S.) gewählt. Außerdem wurde ihm das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen.

Unserem Mitglied Oberreg.-Rat a. D. Dr. Heinrich P a p e, Bielefeld, wurde das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen.

Unser Mitglied Wissenschaftl. Rat Dr. Berthold S p e i d e l, Bad Hersfeld, wurde in das Beamtenverhältnis auf Lebenszeit berufen.

Unser 1. Vorsitzender, Oberreg.-Rat a. D. Dr. Carl S t a p p, Braunschweig, wurde mit der „Otto-Appel-Denkünze“ ausgezeichnet.

Unser Mitglied Hofrat Prof. Dr. Dr. h. c. Erich v o n T s c h e r m a k - S e y s e n e g g, Wien, wurde von der Kgl. Vlämischen Akademie der Wissenschaften zum Mitglied gewählt. Außerdem wurde ihm von der Universität Gent das Ehrendoktorat verliehen.

Unser Mitglied Dr. Walter W e l l m e r, Kiel, wurde zum Regierungslandwirtschaftsrat ernannt.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

G o t t s c h a l k, Johann, Landwirt, (13 a) N ü r n b e r g, Ziegenstr. 19.
 R a d l e r, Dr. F., Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof,
 (22 b) S i e b e l d i n g e n ü b e r L a n d a u (Pfalz).
 S e e m a n n, Dr. J., Privatdozent, (22 c) L e n g s d o r f b. Bonn, Endenicher
 Straße 79.

Anschriftenänderungen

D ö p p - W o e s l e r, Dr. Anne, Dozentin am Pädagogischen Institut Darm-
 stadt, (16) J u g e n h e i m b. Darmstadt.
 L e i b, Dr. Edmund, Regierungsrat, Bundesministerium für Ernährung, Land-
 wirtschaft und Forsten, Referat Pflanzenschutz, (22c) B o n n, Peter-
 Ruster-Straße 4.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
 Institut für Botanik, Braunschweig

Die Tau- und Regenbenetzung von Kartoffelbeständen. Ein Beitrag zur Epidemiologie der Krautfäule (*Phytophthora infestans*)

Von

Johannes Ullrich

Bei vielen Pflanzenkrankheiten ist eine hinreichend hohe Luftfeuchtigkeit oder oft sogar flüssiges Wasser erforderlich, damit die Sporen der Erreger keimen und der Wirt infiziert werden kann. Hohe Luftfeuchtigkeit allein ohne gleichzeitige Benetzung der Pflanzen tritt relativ selten auf. So schlägt sich Tau bereits auf den Pflanzen nieder, wenn die relative Luftfeuchtigkeit in der Wetterhütte noch \pm unter 100 % liegt. Andererseits beginnen tau- oder regennasse Pflanzen erst abzutrocknen, wenn die relative Feuchtigkeit der Luft schon wieder absinkt. Daher dauern die Zeiten, in denen die Pflanzen durch Regen, Tau oder Nebel benetzt sind, meist länger an als jene, in denen eine relative Luftfeuchtigkeit über 90 % herrscht.

In der phytopathologischen Literatur finden sich mehrfach Hinweise auf die Bedeutung der Benetzung für den Ablauf von Epidemien. Wie schon vor Jahren erkannt wurde, spielt z. B. die Benetzung der Blätter der Apfelbäume für den Erreger des Apfelschorfes, *Endostigme inaequalis* (Cke.) Syd. eine wichtige Rolle (17). Im Zusammenhang mit der Schorfprognose erprobt man daher in Holland Registriergeräte zur Erfassung der Regendauer (18), während man in Deutschland versucht, die Dauer der Benetzung durch Tau und Regen mit speziellen Geräten zu registrieren (4; 19). Auch bei der Ausbreitung der *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. ist die Tau- und Regenbenetzung der Wirtspflanze von entscheidender Bedeutung. So scheint in gewissen Teilen der USA eine Prognose dieser Krankheit mit einer Regel möglich zu sein, bei der neben der Temperatur nur die Sieben-Tagesummen des Niederschlages berücksichtigt werden (12). In Deutschland versuchte Uhlir eine meteorologisch begründete Prognoseregeln zu entwickeln, die auf der Abschätzung von Benetzungszeiten der Kartoffel basiert (23). Hierbei war er von theoretischen Überlegungen ausgegangen, da Feldbeobachtungen über die Dauer der Tau- und Regenbenetzung fehlten, wenn man von den hierfür nicht verwertbaren Angaben über Dekadenmittel der Betauungsdauer durch Mäde (15) absieht.

Wir beobachteten seit 1955 die Zusammenhänge zwischen Blattbenetzung und *Phytophthora*-Ausbreitung im Kartoffelfeld und versuchten aus den Benetzungszeiten Hinweise für deren Abschätzung nach makroklimatischen Daten zu gewinnen, wie sie bei Anwendung der Be-

standsfeuchteregel nach Uhlig erforderlich ist. Eine Übersicht über den gesamten Fragenkomplex ist an anderer Stelle gegeben worden (24). In der vorliegenden Arbeit sollen einige grundlegende Einzelheiten über die Benetzung von Kartoffelbeständen durch Tau und Regen, die Abtrocknung und die Möglichkeiten der Registrierung von Benetzungszeiten mitgeteilt werden.

Methoden

Die Beobachtungen wurden auf dem Versuchsfelde der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig-Gliesmarode durchgeführt. Es handelt sich um ein freies, jedoch direkt am Stadtrand liegendes Gelände mit gewissen, durch die Stadtnähe geprägten klimatischen Eigenheiten. Diese fallen für unsere Fragestellung nicht sehr ins Gewicht. So entspricht z. B. die Zahl der Taunächte in Gliesmarode recht gut dem langjährigen, für Mitteleuropa charakteristischen Mittel der vom Potsdamer Observatorium beobachteten Taunächte (1)¹⁾.

Der Beobachtungszeitraum — 1955 Juli bis September, 1956 Mai bis September, 1957 April bis September — ist kurz und läßt keine weitreichenden Schlüsse zu. Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß bei meteoropathologischen Fragen das aktuelle Geschehen oft wesentlicher ist als die den Meteorologen in erster Linie interessierenden mittleren Verhältnisse.

Die Benetzbarkeit der Oberfläche des Kartoffelblattes ist zweifellos sortenverschieden, ebenso, besonders wegen der unterschiedlichen Behaarung, die Intensität der Taubildung. Für die Benetzung durch Tau und Regen ist aber nicht nur die Oberflächenbeschaffenheit der Blätter wichtig, sondern auch die Wuchsform und der Habitus der Sorten. Daher können unsere Untersuchungen an einer oder einigen wenigen Sorten nicht ohne weiteres verallgemeinert werden.

An registrierenden Geräten standen ein Regenschreiber (Lambrecht, Göttingen) mit täglichem Streifenwechsel, zwei Tauschreiber nach K e ß - l e r - F u e s s und Hygrographen zur Verfügung. Die Verdunstung wurde mit P i c h e - Evaporimetern in der üblichen Ausführung (25) mit grüner Scheibe gemessen. Taumengen wurden auch mit Leickschen Tauplatten aus Biskuitporzellan (Berliner Manufaktur) gemessen. Sofern die Geräte nicht in den Pflanzenbestand eingebracht wurden, befanden sie sich auf einem Platz mit kurz gehaltenem Rasen direkt neben der auf dem Versuchsgelände befindlichen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes.

Um Benetzungszeiten instrumentell zu erfassen, bedienten wir uns folgender Methode: Der Beginn wurde bei Regen mit dem Regenschreiber, bei Tau mit dem Tauschreiber registriert. Als Ende der Benetzung wurde der Zeitpunkt angesetzt, an dem das Haarbündel eines ungeschützt am Boden über kurzem Rasen stehenden Hygrographen abgetrocknet war (s. a. Abschnitt „Registrierung von Benetzungszeiten“). Diese Feststellungen wurden durch visuelle Beobachtungen ergänzt.

1) Ein Vergleich unserer Taubeobachtungen mit denen der Wetterstation in Braunschweig-Völkenrode ist nicht möglich. Die Zahl der Taunächte ist dort ungewöhnlich hoch. Wir vermuten Beobachtungsfehler, da bei visueller Feststellung des Taues, besonders an Gräsern, auch reine Guttation erfaßt wird. Auf diese Fehlerquelle hat Walter (26, S. 122) bereits hingewiesen.

1. Taubenetzung

Auf die Bedeutung des Taues für die Epidemiologie von Pflanzenkrankheiten hat G ä u m a n n (5, S. 42) hingewiesen. Da in Mitteleuropa während der Vegetationszeit etwa in der Hälfte der Nächte Tau gebildet wird, folgte er, der Tau sei in unserem Klima die häufigste Feuchtigkeitsquelle für die Infektion. Exakt wurde die Rolle des Taues nur wenig untersucht. So hat S c h r ö d t e r (20) die Abhängigkeit des Sporenaustritts bei *Ascochyta pinodella* von der Taubenetzungsdauer studiert. D u y d e v a n i, R e i c h e r t und P a l t i (3) wiesen die Bedeutung des Taues bei der Entwicklung von *Pseudoperonospora cubensis* auf Gurken nach.

Häufigkeit der Taubildung

Nach H o f m a n n (10) sind die von A n t o n i k mitgeteilten Potsdamer Beobachtungen über die Häufigkeit des Taufalles für mitteleuropäische Verhältnisse charakteristisch. Diese Beobachtungen erstrecken sich über die Jahre 1901—1948 (außer 1945). A n t o n i k (1) gibt für die Monate der Vegetationszeit folgende mittlere Zahlen der Taunächte (Tau einschließlich Reif) an:

April	Mai	Juni	Juli	August	September
13.7	15.7	13.7	16.8	19.3	23.5

Wie diese Zahlen und auch Beobachtungen anderer Autoren (16) zeigen, sind in den Herbstmonaten unter mitteleuropäischen Verhältnissen die Bedingungen für die Taubildung besonders günstig.

Aus derartigen Statistiken der Tauhäufigkeit, die von M a s s o n (16) zusammengestellt wurden, kann man jedoch noch keine Schlüsse auf die phytopathologische Bedeutung des Taues ziehen. Wir haben deshalb unsere Beobachtungen aufgegliedert (Tab. 1). Vergleicht man die Tauhäufigkeit (a) in Braunschweig-Gliesmarode mit der langjährigen Potsdamer Reihe, so ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung. Bei einem Teil der Nächte fällt jedoch außer Tau auch Regen, oder es wird nur geringfügiger Tau gebildet, der sehr rasch wieder verschwindet.

Tabelle 1. Anzahl der Taunächte in Braunschweig. a) Nächte in denen Tau auftrat, b) Nächte mit ausschließlicher Taubenetzung, c) Nächte mit Taubenetzungszeiten über 4 Stunden

	April			Mai			Juni		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1956				19	17	8	11	8	3
1957	22	20	13	20	17	13	17	13	11

	Juli			August			September		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1955	19	15	14	30	26	23	17	13	13
1956	21	15	9	16	11	8	23	18	14
1957	17	13	11	12	11	9	13	13	12

Scheidet man Nächte mit gleichzeitiger Regenbenetzung und solche mit geringfügiger Taubenetzung — Taumengen unter 0.3 g und Benetzung unter 4 Stunden — aus, so erhält man die Zahl der Nächte mit reiner Taubenetzung (c) von einer Dauer, die für die Epidemiologie von Pflanzenkrankheiten bedeutsam sein kann. Sie liegt z. T. beachtlich unter der Zahl der Nächte, in denen Tau überhaupt auftrat.

Insgesamt wurde in den Jahren 1955–1957 — in dem aus Tab. 1 ersichtlichen Beobachtungszeitraum zuzüglich der letzten Junidekade 1955 — in 272 von 428 Nächten Tau gebildet, das sind 63 %. Von diesen 262 Taunächten waren 214 reine Taunächte, also Nächte ohne Regen, das sind genau 50 % aller Nächte. Der Anteil der Nächte mit einer Taubildung über 0.3 g und einer Benetzungszeit von über 4 Stunden betrug rund 38 % (164 Nächte).

Taumengenmessung

An sich sind die Taumengen für unsere Betrachtungen weniger wichtig, da ein direkter Zusammenhang zwischen Taumenge und Taubenetzungszeit nicht besteht, worauf schon Schrödter (21) hingewiesen hat. Taumengen sind aber von Interesse, um unbedeutende Taubenetzungen erkennen zu können und um die Intensität der Taubildung innerhalb eines Pflanzenbestandes zu studieren. Da jedoch die Taumengenmessung als problematisch gilt, sei hier auf die Methodik näher eingegangen.

Taumessung mit Leickschen Platten: Da in der Nacht Perioden der Taubildung mit solchen der Verdunstung abwechseln können, wird die Taubildung nur mit Registriergeräten richtig erfaßt. Mit Tauplatten, die zu einem bestimmten Termin gewogen werden, ist das nicht möglich. Trotzdem sind Tauplatten für gewisse orientierende Versuche durchaus brauchbar. Nur ist es empfehlenswert, von der Aufstellung der Platten in Kassetten abzugehen. Nach Hofmann (9) ist der Taumeßwert nur dann von den Wärmeleitungseigenschaften des Taufängermaterials unabhängig, wenn man die Platte vollkommen frei exponiert und Ober- sowie Untertau gemeinsam bestimmt. Wir haben daher, wie heute üblich (6. S. 60; 27), die Platten völlig frei, auf drei Spitzen ruhend, aufgestellt²⁾.

Bei Bestimmung der Taumengen im Bestand ist zu beachten, daß, selbst wenn man die Platten vorsichtig herausnimmt, die Gefahr besteht, daß Tautropfen von den Blättern abgerissen werden und auf die Platten gelangen. Weiterhin ist das Meßergebnis durch Tautropfen, die während des Verbleibens der Platten im Bestande von höher stehenden Blättern herabfallen, mehr gestört als bei dem anschließend zu besprechenden Tauschreiber, denn die auffangende Fläche ist bei den Tauplatten doppelt so groß.

Taumessung mit dem Tauschreiber nach Keßler-Fuess (Abb. 4, S. 137):

Nachdem das Gerät eine gut arbeitende Öldämpfung und einen Tauteller aus Vinidur erhalten hat, sind viele Einwände gegen seine Brauch-

²⁾ Mit kassettierten Platten wird nur der Obertau gemessen, was manche Autoren nicht hinderte, diese Plattenwerte mit beiderseits betauten Blättern direkt zu vergleichen (2; 22).

barkeit hinfällig. In dieser Form ist der Schreiber in letzter Zeit von M ä d e (14) und W e g e r (28) verwendet worden. Der Einwand, das Gehäuse des Gerätes behindere die schwache nächtliche Luftströmung und in geringem Maße auch die Ausstrahlung am Tauteller (7), mag bei der Taumengenmessung berechtigt sein. Beschränkt man sich aber darauf, die Tauzeit zu messen, so stört das Gehäuse nicht, wie M ä d e (14) feststellen konnte. Hierbei tritt jedoch, wie wir beobachteten, ein anderer Fehler auf. M ä d e setzte nämlich als Taubenetzungsdauer die Zeit an, in der Tauniederschlag auf dem Tauteller registriert wurde. Die so gefundenen Benetzungsperioden sind aber länger als die Benetzungszeiten auf den Kartoffelblättern. Den Taubeginn kann man wohl mit dem Gerät hinreichend genau erfassen. Zwar spricht der Schreiber wegen der Trägheit der Öldämpfung bei geringen Taumengen nur langsam an und ist der Zeitpunkt der Taubildung infolge des geringen Kurvenanstieges nur ungenau ablesbar; diese Fehler fallen jedoch bei längeren, epidemiologisch bedeutsamen Taubenetzungsperioden kaum ins Gewicht. Schwerwiegender ist jedoch der Fehler, der bei Bestimmung des Endes der Benetzungsperioden auftritt. Nach unseren Beobachtungen laufen bei dem konischen Tauteller größere Taumengen nach der Mitte zusammen und bilden eine Wasserlache, die bedeutend langsamer verdunstet als die auf den Pflanzenblättern befindlichen Tautropfen. Diese haften besonders an den Haaren, den bevorzugten Bildungsorten des Taues.

Mit der Methode des Absaugens des Tauniederschlages von Pflanzenblättern kann man nur die Taumenge auf dem speziell untersuchten Organ ermitteln. Daher können im Vergleich mit Tauplatten recht abweichende Werte auftreten. B e r n i c k (2) fand z. B. auf Kartoffelblättern $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ der mit kassettierten Tauplatten ermittelten Taumengen. S t e u b i n g (22) findet hingegen auf Kartoffel- und Rübenblättern mehr Tau als auf in gleicher Höhe exponierten kassettierten Tauplatten.

Nach H o f m a n n (11) besteht kein Anlaß anzunehmen, daß sich lebende Pflanzen in irgendeiner Weise dem Tau gegenüber anders verhalten als ähnliche künstliche Körper in vergleichbarer Exposition. Der Tauniederschlag auf Pflanzenblättern schwankt je nach Stellung des Blattes an der Pflanze und nach Lage im Raum. Außerdem guttieren viele Pflanzen \pm stark. Das auf den Blättern befindliche Wasser ist daher zumeist Tau- und Guttationswasser.

Achtet man auf vergleichbare Exposition, so kann man mit Tauplatten Werte erhalten, die dem Tauniederschlag auf Kartoffelblättern recht gut entsprechen. Auf \pm aufrecht stehenden Rübenblättern findet man, wie infolge der Ausstrahlungsverhältnisse zu erwarten, weniger Tau als auf wagerechten Tauplatten.

Datum	Taumenge g/dm ²			
	Kartoffel	Tauplatte	Rübe	Tauplatte
5. 7. 57	1.64	1.60	0.84	1.85
3. 7. 57	0.54	0.65		

Bei größeren Taumengen findet man auf Kartoffelblättern weniger Tau als auf der Tauplatte, da nach unseren Beobachtungen bei Taumengen über etwa 1.50 g/dm² ein Teil des Wassers von den Blättern abläuft.

Datum	Taumenge g/dm ²		
	Tauplatte	ganzes Kartoffelblatt	Endfiedern
19. 7. 57	2.26	1.09	
17. 7. 57	2.91		0.93, 1.17, 1.31, 1.39, 1.48

Um die mit Tauplatten gefundenen Taumengen mit den vom Tauschreiber registrierten vergleichen zu können, muß man auf die gleiche wirksame Oberfläche umrechnen³⁾. W e g e r (27) hat beide Methoden geprüft und fand mit dem Schreiber Taumengen, die 75–98 % der Tauplattenwerte betragen. Unsere Messungen über kurzem Rasen in 20 cm Höhe im Jahre 1957 führten zu gleichen Ergebnissen (g/dm²):

Datum	3. 7.	5. 7.	6. 7.	9. 7.	11. 7.	17. 7.
Tauplatte	0.70	1.85	0.21	1.85	1.51	3.07
Tauschreiber	0.50	1.75	0.12	1.90	1.55	2.73

Datum	18. 7.	1. 8.	2. 8.	3. 8.	6. 8.
Tauplatte	3.65	3.58	3.48	0.35	3.55
Tauschreiber	3.00	2.85	2.75	0.50	2.75

Bei den am stärksten differierenden Werten über 3 g betrugen die mit dem Schreiber ermittelten Taumengen 78–90 % der mit Tauplatten gefundenen.

Folgende Häufigkeitsverteilung der Taumengen im Beobachtungszeitraum für die reinen Taunächte wurde in Braunschweig mit dem Tauschreiber ermittelt:

Taumenge g	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9
Häufigkeit	55	30	27	25	22	29	12	6	3

G e i g e r fand in München mit frei aufgestellten Platten eine Taumenge von 1–2 g, nur selten wurden 5 g erreicht. Andere in der Literatur zu findende Häufigkeitsverteilungen beruhen auf Messungen mit kassettierten Platten und sind daher nicht vergleichbar.

Taubildung im Kartoffelbestand

Über die Temperaturverhältnisse im Kartoffelfeld findet man in der Literatur für unsere Zwecke nur unzureichende Isoplethendarstellungen (13, 14). Um Zahlenwerte zu erhalten, haben wir daher im Juli und August 1957 abends Minimumthermometer in verschiedener Höhe innerhalb eines Kartoffelbestandes ausgelegt. Bildet man nach regenfreien

³⁾ Da Ober- und Untertau gemeinsam bestimmt werden, bezieht man die Taumenge in g (oder mm) auf die einfache Fläche der Tauplatte, diese beträgt 100 cm², beim Tauteller des Keßler-Fuess-Schreibers beträgt sie 50 cm².

Taunächten die Differenzen zwischen dem nächtlichen Minimum in 2 m Höhe und den Minima in verschiedenen Höhen innerhalb des Bestandes (Tab. 2), so ergibt sich folgendes: Nur im noch nicht vollentwickelten Bestande sind diese Differenzen in einer Höhe von 5 und 20 cm größer als -1.0°C , bei geschlossenem Bestande sind die Differenzen kleiner und oft sogar positiv.

Tabelle 2. Differenzen zwischen dem nächtlichen Temperaturminimum in der Hütte (2 m) und den Minima in verschiedenen Höhen innerhalb eines Kartoffelbestandes (Sorte Ackersegen) und in 5 cm Höhe über freiem Erdboden an regenfreien Taunächten aus der Zeit vom 10. 7.—10. 8. 1957

		Juli							
		10.	11.	12.	14.	16.	17.	18.	20.
Erdboden	5 cm	- 3,5	- 2,5	- 3,2	- 1,2	- 2,4	- 2,6	- 3,0	- 1,6
Bestand	80 cm							- 2,3	- 2,0
Bestand	60 cm	- 3,2	- 2,6	- 2,5	- 0,5	- 1,8	- 1,6	- 2,0	- 1,1
Bestand	40 cm	- 2,5	- 2,0		+ 0,1	- 1,2	- 0,9	- 1,6	- 1,2
Bestand	20 cm	- 1,9	- 1,4		+ 0,4	- 0,7	- 0,3	- 0,8	- 0,9
Bestand	5 cm	- 1,4	- 1,0	0,0	+ 0,8	- 0,4	+ 0,2	- 0,5	- 0,5

		August			
		1.	2.	3.	6.
Erdboden	5 cm	- 1,8	- 2,3	- 1,5	- 2,8
Bestand	80 cm	- 1,8	- 2,3	- 1,9	- 2,2
Bestand	60 cm	- 1,5	- 1,9	- 1,6	- 1,9
Bestand	40 cm	- 1,2	- 1,7	- 1,4	- 1,7
Bestand	20 cm	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,2	- 0,1
Bestand	5 cm	+ 0,9	0,0	+ 0,4	+ 0,2

Bestandshöhe am 10. 7. etwa 60 cm, am 15. 7. etwa 70 cm und am 18. 7. etwa 80 cm, gegen Ende Juli auf 85 cm ansteigend, Anfang August auf 80 cm zusammensinkend.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, liegt also die Zone stärkster nächtlicher Ausstrahlung bei geschlossenem Pflanzenbestande in Höhe der Bestands-oberfläche. Hier ist daher die maximale Taumenge zu erwarten, während in der Tiefe des Bestandes nur wenig oder überhaupt kein Tau gebildet wird⁴⁾. Bei noch nicht geschlossenem Bestand liegt die Zone stärkster Taubildung etwa in Höhe des obersten Bestandsdrittels. Die Abb. 1 und 2 zeigen diese Verhältnisse für zwei charakteristische Meßtage mit allerdings unterschiedlicher Stärke der Taubildung.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Taubildung innerhalb eines noch nicht geschlossenen Bestandes der Sorte Bona und in einem geschlossenen Bestand der Sorte Ackersegen an verschiedenen Tagen. Die starke Taubildung im Bona-Bestand am 5. 7. 57 in 5 und 20 cm Höhe ist wahrscheinlich auf eine sehr hohe Bodenfeuchtigkeit zurückzuführen, da am vorangehenden Tage über 30 mm Niederschlag fielen.

4) Wegen der Ausstrahlungsverluste durch gegenseitige Deckung der Blätter sind die von verschiedenen Autoren angestellten Berechnungen der Taumengen in Pflanzenbeständen durch Summierung der Gesamtblattflächen völlig verfehlt, worauf auch Hofmann (11) schon eingehend hingewiesen hat.

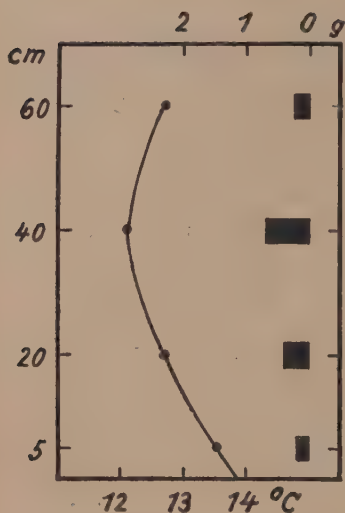


Abb. 1. Nächtliche Temperaturminima und Taumengen in g/dm^2 in verschiedenen Höhen eines noch nicht geschlossenen Bestandes der Sorte Bona am 6. 7. 1957

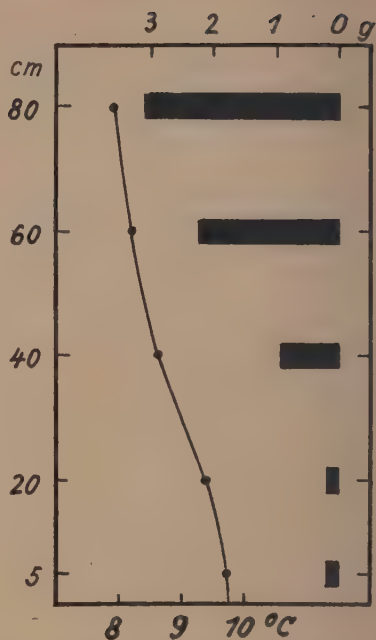


Abb. 2. Nächtliche Temperaturminima und Taumengen in g/dm^2 in verschiedenen Höhen eines geschlossenen Bestandes der Sorte Ackersegen am 18. 7. 1957

Tabelle 3. Taumessungen mit Leickschen Platten in verschiedener Höhe eines geschlossenen Bestandes der Sorte Ackersegen. Bestandshöhe am 5. 7. etwa 50—60 cm. Tau in g/dm^2

Datum	im Kartoffelbestand				über Erde	über Rasen	
	5 cm	20 cm	40 cm	60 cm	5 cm	20 cm	60 cm
3. 7. 57	0.00	0.20	0.65	0.20	0.60	0.70	0.20
5. 7. 57	0.72	1.15	1.60	1.36	1.60	1.85	1.83
6. 7. 57	0.20	0.40	0.70	0.25	0.55	0.21	0.00

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, daß in 20 cm Höhe über kurzem Rasen annähernd soviel Tau gebildet wird, wie in der Oberfläche des Bestandes. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen wir bei Tauregistrierungen mittels Tauschreibern, wobei ein Gerät über kurzem Rasen und ein zweites in der Oberfläche eines geschlossenen Bestandes der Sorte Olympia aufgestellt wurde. Die Registrierungen im August 1955 umfaßten 30 Taunächte mit recht gut übereinstimmenden Werten. Daher genügt es, den Tauschreiber über kurzem Rasen aufzustellen, wobei sich der Taufänger in 20 cm Höhe über dem Boden befindet.

Tabelle 4. Taumessungen mit Leickschen Platten in verschiedener Höhe eines geschlossenen Bestandes der Sorte Ackersegen. Bestandshöhe 80 bis 85 cm, in 5 cm Höhe über nacktem Erdboden und 20 cm Höhe über kurzem Rasen (Taumenge in g/dm²)

Datum	im Kartoffelbestand					über Erde	über Rasen
	5 cm	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	5 cm	20 cm
18. 7. 57	0.20	0.20	0.95	2.25	3.08	2.13	3.65
1. 8. 57	0.15	0.15	0.63	2.60	3.45	2.40	3.58
2. 8. 57	0.12	0.15	1.35	2.52	3.41	2.58	3.48
3. 8. 57	0.08	0.09	0.19	0.23	0.28	0.30	0.35
6. 8. 57	0.15	0.10	0.82	1.06	3.40	2.35	3.55

Der Einfluß des Bestandes auf die Taubildung geht auch aus Tauschreiberregistrierungen hervor. Ein Gerät stand auf kurzem Rasen, ein anderes in der Furche verschiedener Kartoffelbestände. In beiden Fällen befand sich der Taufänger in 20 cm Höhe über dem Boden. Das zweite Gerät stand im Jahre 1956 in einem Bestand der Sorte Erstling (vorgekeimt), der sich ungewöhnlich gut entwickelte. Der Bestand war Ende Mai 20 cm hoch, der Abstand des Laubes zwischen den Reihen betrug 15 bis 20 cm. Die Taumengen waren zu dieser Zeit im Bestande nur wenig geringer als über dem Rasen. Bei einer Mitte Juni erreichten Höhe von 55 cm schloß sich der Bestand. Innerhalb des Bestandes wurde nun kein oder nur geringer Tau gebildet (registrierte Taumengen in g):

Datum	28. 5.	29. 5.	1. 6.	2. 6.	3. 6.	13. 6.	16. 6.	17. 6.	3. 7.	8. 7.	16. 7.
über Rasen	1.0	0.15	0.70	0.18	0.10	0.42	0.15	0.10	1.12	1.38	0.2
im Bestand	0.8	0.10	0.60	0.18	0.10	0.25	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00

Im Jahre 1957 wurde in zwei verschiedenen Beständen Tau gemessen. Der erste Bestand, Sorte Bona, hatte Mitte Juni eine Höhe von 50 bis 55 cm erreicht, war aber noch locker entwickelt, die Taumengen in 20 cm Höhe waren daher noch verhältnismäßig hoch. Gegen Ende des Monats fielen sie im Vergleich zu den Werten über kurzem Rasen ab, blieben aber immer noch nennenswert, da sich der Bestand infolge einer Hitzeperiode schlecht entwickelte.

Datum	10. 6.	12. 6.	13. 6.	14. 6.	15. 6.	16. 6.	17. 6.	18. 6.	20. 6.
über Rasen	0.18	0.75	0.55	0.45	0.18	0.10	0.32	0.58	0.45
im Bestand	0.10	0.70	0.30	0.25	0.10	0.00	0.10	0.15	0.10

Datum	23. 6.	25. 6.	26. 6.	28. 6.	29. 6.	30. 6.
über Rasen	1.2	1.00	0.50	0.65	0.90	0.10
im Bestand	0.60	0.50	0.40	0.10	0.15	0.00

In einem dicht geschlossenen Bestand der Sorte Ackersegen, der am 8. 7. eine Höhe von 60–65 cm und am 17. 7. eine Höhe von 75–80 cm erreichte, wurde in 20 cm Höhe kein oder nur sehr geringer Tau gebildet,

ausgenommen am 16. 7. und 17. 7., wo durch nässenden Nebel auch in 20 cm Höhe nennenswerte Niederschlagsmengen auftraten.

Datum	8. 7.	9. 7.	10. 7.	11. 7.	13. 7.	14. 7.	15. 7.	16. 7.	17. 7.
über Rasen	0.85	0.60	0.62	1.22	0.78	0.35	1.30	1.20	1.32
im Bestand	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	0.60

Mit unseren hier angeführten Ergebnissen stimmen die Resultate der Untersuchungen von M ä d e (15) überein. M ä d e fand in einem geschlossenen Kartoffelbestand, dessen Sorte er nicht angab, bei Registrierungen mit dem Tauschreiber einen noch stärkeren Rückgang der Taubildung, als wir bei Messungen mit Tauplatten. Diese Unterschiede können durch eine verschiedene Stärke der gegenseitigen Deckung der Blätter in den untersuchten Beständen zustande kommen. Außerdem ist die bereits erwähnte verschiedene Meßempfindlichkeit von Platte und Schreiber zu berücksichtigen.

Regenbenetzung

Die Dauer der Regenbenetzung hängt nicht von der Niederschlagsmenge ab. Es ist jedoch wichtig zu wissen, wieviel Regen fallen muß, damit ein Pflanzenbestand durchnäßt wird. Wenn hierbei auch die Bestandsdichte, die Intensität des Regens und der Wind eine Rolle spielen, dürfte es doch möglich sein, einen Richtwert zu finden. U h l i g (23) hat bei seiner Bestandsfeuchteregel für die *Phytophthora*-Prognose angenommen, daß bei einem Niederschlag von 1 mm der Bestand durchnäßt ist.

Nach unseren Beobachtungen geht die auf den Kartoffelblättern haftende Wassermenge kaum über 0.1 mm hinaus. Durch Auswägen von Kartoffelblättern der Sorte Bona nach einem starken Schauer fanden wir 0.86 g auf 100 cm² Blattfläche. Wir besprühten Blätter der gleichen Sorte mit einem Zerstäuber, bis das Wasser abließ, und konnten so im Mittel aus 20 Messungen 0.83 g Wasser auf die gleiche Flächeneinheit aufbringen. Regenmengen über 0.1 mm laufen also von den oberen Blättern ab und dringen tiefer in den Bestand ein.

Um ein Bild vom Eindringen des Regens in einen geschlossenen Kartoffelbestand zu erhalten, wurde folgender Modellversuch durchgeführt: Bestimmte Wassermengen wurden möglichst gleichmäßig auf je 1 qm eines 80 cm hohen dichtgeschlossenen Bestandes der Sorte Ackersegen mit einer feindüsigen Gießkanne bei Windstille abgereget. Dem Wasser wurde eine Sonnenschutzfarbe zugesetzt, die gut auf den Blättern haftete. Dann wurden Blätter aus verschiedenen Höhen des Bestandes entnommen und die prozentuale Benetzung der Blattflächen abgeschätzt:

Bestandsschicht	Niederschlagsmenge / % benetzte Blattfläche		
	0.25 mm	0.50 mm	1.00 mm
Oberstes Drittel	100	100	100
Mittleres Drittel	50 — 20	50 — 80	50 — 80
Unterstes Drittel	5 — 10	30 — 40	30 — 50

Bei einer senkrechten künstlichen Beregnung, die einem Niederschlag von 0.5 mm entspricht, werden also die untersten Blätter fast zur Hälfte benetzt. Eine noch stärkere Benetzung ist nicht möglich, da sich die Blätter teilweise gegeneinander decken. Unter natürlichen Verhältnissen jedoch mit \pm schräg fallendem Regen und entsprechender Windbewegung dürfte der Bestand intensiver durchnäßt werden, zumal Regenwasser weniger gut haften dürfte als die verwendete Farbanrührung.

Um ein Bild von der „Wasserbewegung“ im Bestande zu erhalten, haben wir den Niederschlag in der Furche gemessen. Hierzu wurden je 8 Glasschalen von 90 mm Durchmesser dicht nebeneinander auf der Furchensohle geschlossener Bestände aufgestellt und jeweils eine viertel Stunde nach Schauern die Schalen einzeln ausgewogen und die aufgefangene Regenmenge in mm berechnet (Tab. 5).

Tabelle 5. In der Bestandsfurche geschlossener Kartoffelbestände aufgefangene Niederschlagsmengen in mm in je 8 Wiederholungen

Nieder- schlag mm	1	2	3	4	5	6	7	8	Sorte
0.15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.13	0.13	0.14	0.28	Ackersegen
0.25	0.06	0.12	0.12	0.17	0.19	0.19	0.22	0.63	Bona
0.40	0.02	0.02	0.05	0.16	0.16	0.27	0.30	1.73	Bona
0.45	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.40	0.43	0.61	Bona
0.80	0.25	0.31	0.58	0.64	0.75	0.82	1.25	1.62	Ackersegen

Aus unseren Beobachtungen läßt sich folgern, daß bereits bei Niederschlagsmengen von 0.5 mm der geschlossene Kartoffelbestand gut durchnäßt wird. Damit *Phytophthora* auf den untersten Blättern eines Bestandes fußfassen kann, dürften jedoch schon Niederschläge von etwa 0.25 mm ausreichen.

Benetzungszeiten

Registrierungsmethoden

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, bemüht man sich heute, geeignete Registriergeräte zu entwickeln, nachdem die zentrale Bedeutung der Benetzungsdauer für das Zustandekommen von Infektionen und damit für den Ablauf der Epidemien einiger Pflanzenkrankheiten erkannt wurde. Derartige Geräte sind nicht nur als Hilfsmittel für das Studium der Epidemie im Felde wichtig, sondern wurden bereits praktisch bei der Prognose des Obstschorfes eingesetzt (4). Außer dem hierfür verwendeten modifizierten Tauschreiber nach Hiltner und dem Gerät von Schnelle (19) ist uns als Benetzungszeitschreiber nur noch das Gerät von Hirst (8) bekannt geworden, das jedoch nicht näher beurteilt werden kann. Im Jahre 1957 haben wir einige Erfahrungen mit Registriergeräten gesammelt, die zunächst kurz besprochen werden sollen. Ein abschließendes Urteil über diese Methoden ist heute noch nicht möglich.

Modifizierte Tauwaage nach Hiltner (Abb. 3): Bei diesem Gerät werden Regen- bzw. Tautropfen auf einem Netz aus

synthetischen Fasern festgehalten, das an einem Waagebalken aufgehängt ist. Als Windschutz und zur Verzögerung der Abtrocknung dient ein breiter Blechring. Bei entsprechender Einstellung dieses Ringes soll eine Angleichung an die Verdunstungsverhältnisse auf den Blättern erzielt werden. Die Behinderung der nächtlichen Luftströmung und der Ausstrahlung am Netz fällt bei dieser Anordnung wesentlich stärker ins Gewicht als bei dem Tauschreiber von K e b l e r - F u e s s. Nach unseren bisherigen Erfahrungen wird die Registrierung der Taubenetzungszeiten bei diesem Gerät beeinträchtigt, da es besonders bei schwächerer Taubildung vorkommen kann, daß das Gerät überhaupt nicht anspricht. Auf

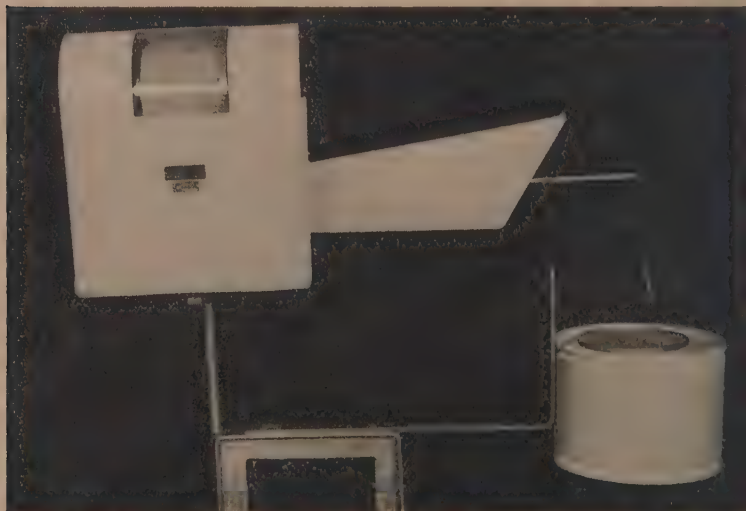


Abb. 3. Modifizierter Tauschreiber nach Hiltner (Lambrecht, Göttingen)

die Möglichkeit des Versagens dieses Gerätes bei starkem Regen, der das Netz durchschlägt und nicht registriert wird, hat bereits F i s c h e r (4) hingewiesen. Starker Wind ist trotz des Windschutzes störend, weniger durch Beschleunigung der Abtrocknung als durch Abblasen der am Sieb hängenden Wassertropfen.

Blattfeuchteschreiber nach Schnelle: Schnelle (19) empfiehlt als Registriergerät einen Hygrographen von F u e s s, bei dem das Haarbündel durch einen Hanffaden ersetzt wurde. Wir haben mit diesem Gerät keine guten Erfahrungen gemacht. Der Hanffaden nimmt nach dem Abtrocknen nicht immer die Ausgangslänge ein und dehnt sich bei beginnender Benetzung oft erst ein wenig aus, ehe er sich zusammenzieht. Es handelt sich hier jedoch um eine reine Materialfrage, die sich lösen lassen dürfte.

Man kann natürlich auch das Haarbündel selbst verwenden. Hierbei muß aber, wenigstens visuell, festgestellt werden, ob überhaupt Tau gebildet wurde oder Regen fiel, um Verwechslungen von Benetzungszeiten mit Zeiten 100%iger Luftfeuchtigkeit ohne Benetzung auszuschließen. Gewisse Anhalte gibt hier schon der Kurvenlauf. Bei Abtrocknung des nassen Haarbündels fällt die Kurve steil bis auf den Wert der augenblicklich herrschenden Luftfeuchtigkeit ab. Mit einiger Erfahrung lassen sich daher ohne weiteres an einem ungeschützt aufgestellten Hygrographen Benetzungszeiten ablesen. Die Abtrocknung des Haarbündels erfolgt schneller als die des Hanffadens, die damit registrierten Benetzungszeiten sind somit kürzer.



Abb. 4. Tauschreiber nach Keßler-Fuess (Fuess, Berlin)

Tauschreiber nach Keßler-Fuess (Abb. 4): Dieses Gerät ist nicht ohne weiteres als Benetzungszeitschreiber verwendbar. Der konische Taufänger läuft bei Regen voll Wasser, das nur sehr langsam verdunstet. Auch der zusammenlaufende Tau gestattet keine befriedigende Registrierung der Taubenetzungszeit, worauf schon hingewiesen wurde. Eine Verbesserung erreicht man bereits bei Umkehrung des Tautellers. Da hier am Rande des Tellers aber noch zuviel Wasser haftet, ist das keine ideale Lösung. Der Verwendung anders geformter Taufänger steht jedoch grundsätzlich nichts im Wege. Mäde (15) hat verschieden geformte Taufänger erprobt und kam zu dem Ergebnis, daß mit diesen zwar nicht die Taumenge, wohl aber die Tauzeiten untereinander vergleichbar ermittelt werden können. Wir zweifeln nicht, daß mit anders konstruierten Fängern eine befriedigende Registrierung von Benetzungszeiten möglich ist. Die Herstellfirma hat uns derartige Körper zur Erprobung zur Verfügung gestellt.

Beobachtungen

Wir haben die Dauer der Benetzung, wie im Abschnitt über die Methoden angegeben, instrumentell erfaßt. Hierzu waren drei Geräte (Regenschreiber, Tauschreiber, Hygroph), d. h. die Auswertung von drei verschiedenen Registrierstreifen, erforderlich. Wir haben diesen Weg gewählt, um Tau und Regen getrennt zu erfassen und um uns von den geschilderten Unsicherheiten der sogenannten Benetzungszeit-schreiber frei zu machen. Die mit dieser Methode ermittelten Be-netzungszeiten stimmen gut mit der Benetzungsdauer der obersten Blätter des Kartoffelbestandes überein.

Im Beobachtungszeitraum wurden 50 Taubenetzungsperioden erfaßt, die weniger als 4 Stunden andauerten und damit für die Entwicklung der Krautfäule von geringer Bedeutung waren. 172 Taubenetzungs-perioden dauerten länger als 4 Stunden an, etwa die Hälfte davon lag zwischen 10 und 12 Stunden (Tab. 6).

Tabelle 6. Verteilung der Taubenetzungszeiten über 4 Stunden im Beobachtungszeitraum in Braunschweig

Stunden	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Anzahl	11	9	7	8	14	28	23	29	17	8	7	1

Längere Benetzungszeiten durch Tau treten im Frühjahr und Herbst auf, da hier die Nächte länger andauern. Dementsprechend betrugen die maximalen Benetzungszeiten im Mai 13 Stunden, im Juni 11 Stunden, im Juli 14 Stunden, im August 15 Stunden und im September 16 Stunden. Da Phytophthoraepidemien im allgemeinen im Juni ihren Ausgang nehmen, fallen sie in einen Zeitraum mit kurzen Taubenetzungsperioden.

Im einzelnen waren die drei Jahre in Braunschweig recht unterschiedlich. 1956 war der Juni sehr regnerisch, von nur 8 Taubenetzungs-perioden waren drei über 4 Stunden, im Juni 1957 waren es hingegen 13 länger anhaltende Taubenetzungsperioden. Auch der August 1956 war tauarm, 8 längere Taubenetzungsperioden stehen 23 Taubenetzungs-perioden im Jahre 1955 gegenüber. Ein verhältnismäßig einheitliches Bild bot in den 3 Jahren der September (Tab. 1).

Die Länge der Benetzung durch Regen hängt von den Tageszeiten ab, an denen Regen auftritt. Hierauf hat schon Post (18) hingewiesen. Regen, der in den frühen Nachmittagsstunden fällt, das Kartoffelfeld durchnäßt und dem Wetterbedingungen folgen, die ein Abtrocknen des Bestandes vor Einbruch der Nacht verhindern, führt zu einer längeren Blattbenetzung als eine nächtliche Betauung. Die Menge des Niederschlages kann insofern eine Rolle spielen, als eine stärkere Durchfeuchtung des Bodens die Luftfeuchtigkeit im Bestande für längere Zeit erhöhen und damit eine Abtrocknung der Pflanzen hinauszögern kann. Der Zusammenhang zwischen Bodenfeuchtigkeit und Luftfeuchtigkeit im Bestande ist jedoch noch nicht untersucht worden.

Um den Einfluß des Regenbeginnes auf die Dauer der Benetzung zu zeigen, hatten wir 1955 die Benetzungsdauer nach Regenfällen, die zu verschiedenen Tageszeiten auftraten, visuell ermittelt:

den Ablauf von Epidemien besonders deswegen gering, weil Taunächte im allgemeinen windstill oder zumindest schwachwindig sind. Damit findet eine Ausbreitung von Sporen oder bei der *Phytophthora* von Sporangien über größere Strecken, also von Feld zu Feld, nicht statt.

Abtrocknung

Wie zum Teil langfristige visuelle Beobachtungen zeigten, stimmen die nach unserer Methode ermittelten Benetzungszeiten gut mit der Dauer der Benetzung der obersten Blätter überein. Abweichungen ergeben sich



Abb. 7. Durch Infektion der Blattachsen entstandene „Stengelphytophthora“ bei der Sorte Erstling, 3. 7. 1957, Gronenberg bei Lübeck

bei Taubenetzungsperioden besonders im September. Infolge der stärkeren nächtlichen Abkühlung und des langsameren Temperaturanstieges in den Morgenstunden verzögert sich die Abtrocknung im Felde an Spätsommertagen etwas mehr als beim frei aufgestellten Instrument. Den

instrumentell ermittelten Benetzungszeiten ist dann 1 Stunde zuzuschlagen.

Je nach den äußeren Bedingungen wie Wind, Luftfeuchtigkeit und Temperatur trocknet ein Kartoffelfeld auch in tieferen Schichten in 2 bis 3 Stunden ab. Am längsten bleibt das Wasser in Achseln von Blättern und Seitensprossen und innerhalb des Blattschopfes am Vegetationspunkt der Sprosse erhalten. Die Folge hiervon sind besonders beim



Abb.8. Schopfbefall durch *Phytophthora infestans* bei der Sorte Erstling, 12.7.1957, Braunschweig

Auftreten von *Phytophthora* vor Bestandsschluß die Erscheinungen der „Stengelphytophthora“ und des Schopfbefalls.

Weiterhin bleiben in der untersten Schicht des Bestandes die Wasseransammlungen, die sich in den bei manchen Sorten löffelförmig aufgewölbten Endfiedern der Blätter ansammeln, sehr lange erhalten, ebenso

wie der Wasserfilm zwischen \pm einander aufliegenden Blättern. Zum Teil entgehen derartige Benetzungen selbst einer eingehenden Untersuchung des Bestandes. Die sich hieraus ergebende Unsicherheit muß beim Ermitteln von Benetzungszeiten in Kauf genommen werden. Trotzdem erfaßt man in der angegebenen Weise weit genauer die Zeiten, in denen sich die Krautfäule entwickeln kann, als bei Feststellung der Stunden mit z. B. 90 % rel. Luftfeuchtigkeit in 2 m Höhe.

Die Zeit, in der Tau- und Regenwasser von den Kartoffelblättern im Bestande abtrocknet, hängt außer von den Außenfaktoren auch vom Entwicklungszustand des Bestandes, vom Habitus der Sorte und der Insertionshöhe der einzelnen Blätter ab. Wir haben nach einer Möglichkeit gesucht, diesen Einfluß zu kennzeichnen, und glauben, sie in Verdunstungsmessungen mit P i c h e - Evaporimetern gefunden zu haben.

Vergleicht man die Evaporation in 20 cm Höhe über kurzem Rasen mit der Evaporation in gleicher Höhe im Kartoffelfeld — Bestand der Sorte Bona, aufgelaufen 2. 6., geschlossen 6. 7. 1956 —, so zeigt sich deutlich der Einfluß der Bestandsentwicklung. Die Tagesmengen der Evaporation an Tagen ohne Niederschlag sind als Verhältniszahl der Evaporation über Rasen, diese gleich 1 gesetzt, berechnet worden:

7. 6.	8. 6.	12. 6.	13. 6.	17. 6.	18. 6.	19. 6.	26. 6.
1.0	1.0	0.98	0.86	0.68	0.65	0.70	0.51
27. 6.	6. 7.	8. 7.	9. 7.	12. 7.	13. 7.		
0.47	0.47	0.43	0.31	0.35	0.34		

Die Evaporation in 20 cm Höhe im Bestand erreicht also bei Bestands-schluß nur noch $\frac{1}{3}$ der am Vergleichsort verdunstenden Menge. Noch tiefer in der Furche sinkt die Evaporation kaum noch ab, wie Messungen in 5 cm und 10 cm Höhe über der Furchensohle zeigten.

Im Verhältnis zur Evaporation in Höhe der Bestandsoberfläche verdunstet bei geschlossenem Bestand in 20 cm Höhe nur $\frac{1}{3}$ der Wassermenge, in 40 cm Höhe die Hälfte, wie wir in Beständen der Sorten Bona und Ackersegen im Jahre 1956 an regenfreien Tagen feststellen konnten (Tab. 7).

Tabelle 7. Evaporation in geschlossenen Beständen der Sorten Erstling und Bona in verschiedenen Höhen, 60 cm Höhe = 1,0 gesetzt

	20 cm	40 cm	60 cm	Zahl der Meßtage
Bona	0,31 — 0,49	0,42 — 0,65	1,0	6
Mittel	0,38	0,53		
Erstling	0,27 — 0,38	0,39 — 0,65	1,0	5
Mittel	0,32	0,50		

Um den Einfluß des Sortenhabitus auf die Verdunstung zu zeigen, seien abschließend noch die Stundenwerte der Evaporation an einem Sonnentage in verschiedenen Höhen von zwei Parzellen einander gegenüber gestellt, von denen jede mit einer anderen Sorte bebaut war (Abb. 9).

Die Sorte Hochprozentige hat einen sperrigen Wuchs, die Belaubung ist nur schwach, der Bestand locker. Der Zuchtstamm B 131 ist sehr dichtlaubig und bildet einen fest schließenden Bestand. Entsprechend sank die Evaporation bei diesem Stamm innerhalb des Bestandes stärker ab als bei der Sorte Hochprozentige.

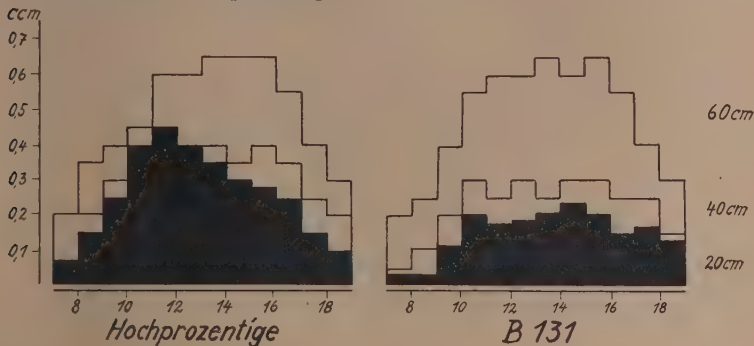


Abb. 9. Stundenwerte der Evaporation am 18. 7. 1956 in verschiedenen Höhen in Beständen der Sorte Hochprozentige (locker, sperrig) und des Zuchtstammes B 131 (dichtlaubig, fest schließend)

Bei Untersuchungen über den Ablauf der *Phytophthora*-Epidemie in einem Kartoffelfeld kann man dem durch Sortenhabitus und Entwicklungsstadium bedingten Mikroklima im Bestande nur dann gerecht werden, wenn man einen Benetzungszeitschreiber nicht frei, sondern in der Furche eines Bestandes aufstellt. Für die praktische Arbeit bei der Krautfäuleprognose ist dieser Weg nicht gangbar. Die Frage, wieweit die an einer Wetterstation ermittelten für die Krautfäule kritischen Wetterperioden für ein Gebiet repräsentativ sind, ist auch dann zu stellen, wenn diese Perioden mit einem Benetzungsschreiber ermittelt werden (s. a. 24, S. 134/35).

Besprechung der Ergebnisse

Aus unseren Untersuchungen lassen sich einige Folgerungen für die Epidemiologie der Kartoffelkrautfäule ziehen, die außerdem für eine Prognose dieser Krankheit von Bedeutung sind. Wir konnten feststellen, daß die minimale Infektionszeit $2\frac{1}{2}$ Stunden beträgt, wenn man von Sporangien ausgeht. Ein Infektionserfolg von 50 % tritt nach $4\frac{1}{2}$ stündiger Benetzungszeit ein (24). Für die Bildung der Sporangien sind weitere 10 Stunden anzusetzen. Damit wären für die Sporangienbildung, Ausbreitung und erneute Infektion, d. h. für die Entstehung einer Infektionswelle, etwa 15 Stunden Benetzung erforderlich.

Bei stärkerer Taubildung ist die Benetzung für das Zustandekommen von Infektionen durch *Phytophthora infestans* ausreichend. Für die Sporulation mit nachfolgender Infektion reicht sie im allgemeinen jedoch nicht aus (Tab. 7). Hinzu kommt, daß Taunächte wind-schwach oder windstill sind, so daß die äußeren Bedingungen für die Ausbreitung der Sporangien von Feld zu Feld besonders ungünstig

sind. Taubenetzungen dürften daher im wesentlichen nur zu einer schleichenden Ausbreitung der Krankheit in einem bereits befallenen Feld führen. Als Stütze für diese Auffassung kann die Tatsache dienen, daß der erste Befall durch *Phytophthora* fast immer auf den untersten Blättern auftritt, auf denen beim geschlossenen Bestande, wie unsere Untersuchungen zeigten, kaum Tau gebildet wird. Da es bei Prognoseregeln darauf ankommt, das erste Auftreten der Krankheit in einem Feld vorherzusagen, sollten reine Taubenetzungszeiten nicht als kritische Perioden im Sinne dieser Regeln angesehen werden. Die Länge der Taubenetzungsperioden ist nach unseren bisherigen Erfahrungen mit der Bestandsfeuchteregel nach Uhlig (23), die sich auf das dreistündige Wettertelegramm stützt, außerdem nur sehr ungenau zu bestimmen.

Regen, sofern er mehr als 0.25 mm erreicht, dringt tiefer in den Bestand ein (Tab. 5). Infolge der stark verzögerten Abtrocknung im Innern des Bestandes (Tab. 7) kommen somit durch Regen längere Benetzungszeiten zustande. Nur diese ermöglichen die Sporulation des Pilzes, den Transport der Sporangien über größere Entfernungen und einen ausreichenden Infektionserfolg.

Es ist, wie unsere Untersuchungen über das Eindringen des Regens in den Bestand zeigen, nicht angebracht, Niederschläge unter 1 mm zu vernachlässigen, wie es bei der Regel von Uhlig geschieht.

Im Zusammenhang mit der Taubildung haben wir auch die nächtlichen Minimumtemperaturen im Bestande gemessen und die Differenzen zwischen diesen Werten und den in der Wetterhütte gemessenen berechnet (Tab. 2). Daraus geht hervor, daß in der Tiefe des Bestandes Werte auftreten, die kaum von denen in 2 m Höhe abweichen. Uhlig nimmt jedoch an, daß die Temperaturen im geschlossenen Bestande um etwa 2° C niedriger als in der Hütte sind. Deshalb setzt er, abweichend von allen anderen Prognoseregeln, nicht 10° C, sondern 12° C als untere Temperaturgrenze für kritische Wetterperioden an. Hierdurch bleiben zweifellos für die Entwicklung der *Phytophthora* wichtige Naßperioden unberücksichtigt.

Zusammenfassung

In den Jahren 1955–1957 wurden in Braunschweig Untersuchungen über die Tau- und Regenbenetzung von Kartoffelbeständen durchgeführt. Eine nennenswerte Taubildung findet nur auf der Bestandsoberfläche statt, während im Innern des Bestandes kein oder nur geringer Tau gebildet wird. Die Taubenetzung erreicht, sofern ausreichende Taumengen gebildet werden, im Mittel eine Dauer von 10–12 Stunden und überschreitet nur selten 15 Stunden. Längere Benetzungszeiten kommen nur zustande, wenn Regen fällt, der über Nacht nicht abtrocknet. Regenmengen über 0.25 mm dringen in den Bestand ein und benetzen somit auch die untersten Blätter im Bestande. Das Entwicklungsstadium des Bestandes und die Wuchsform der Sorten üben einen starken Einfluß auf die Abtrocknung des Bestandes aus. Es werden einige Erfahrungen mit Geräten zur Registrierung von Benetzungszeiten mitgeteilt. Die Untersuchungsergebnisse lassen einige Folgerungen für den Ausbau der *Phytophthoraprogno*se zu.

Literatur

1. Antonik, B., Die Häufigkeit des Vorkommens von Tau und Reif nach den Potsdamer Beobachtungen. Z. Meteor. 5, 1951, 52—55.
2. Bernick, W., Untersuchungen über den Taufall auf der Insel Hidden-see und seine Bedeutung als Pflanzenfaktor. Dissertation, Greifswald, 1938, 65 S.
3. Duvdevani, S., Reichert, I., and Palti, J., The development of downy and powdery mildew of cucumbers as related to dew and other environmental factors. Palest. Journ. Bot. Ser. 5, 1946. 127—151.
4. Fischer, H., Der Schorfwarndienst im holsteinischen Obstbauggebiet unter Berücksichtigung der Millsschen Regeln. Vortrag, gehalten auf dem IV. Intern. Pflanzenschutz-Kongreß 1957, Hamburg.
5. Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre. 2. Aufl. Basel, 1951.
6. Geiger, R., Das Wasser in der Atmosphäre als Nebel und Niederschlag. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. III Pflanze und Wasser. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956.
7. Gelbke, W., Untersuchungen zur Entwicklung elektrischer Tau-registrierverfahren. Ber. d. Deutsch. Wetterdienstes d. US-Zone Nr. 35, 1952, 306—311.
8. Hirst, J. M., A simplified surface-wetness recorder. Plant Pathology 6, 1957, 57—61.
9. Hofmann, G., Zur Methodik der Taumessung. Berichte Dtsch. Wetterdienst. US-Zone 6, 1952, 360—364.
10. —, Die Thermodynamik der Taubildung. Berichte Dtsch. Wetterdienst. 3, 1955, 3—45.
11. —, Verdunstung und Tau als Glieder des Wärmehaushaltes. Planta 47, 1956, 303—322.
12. Hyre, R., and Horsfall, J. G., Forecasting potato late blight in Connecticut. Plant Dis. Repr. 35, 1951, 423—431.
13. Johannes, H., Beitrag zur Epidemiologie der *Phytophthora infestans*. I. Einführung und mikroklimatische Untersuchungen. Z. Pflanzenkrankh. 60, 1953, 289—307.
14. Mäde, A., Über den Temperaturverlauf in Beständen. Gartenbauwissenschaft 15, 1940, 312—333.
15. —, Zur Methodik der Taumessung. Wissensch. Z. Univ. Hallé 5, 1956, 483—512.
16. Masson, H., La rosée et les possibilités de son utilisation. Annal. de l'école sup. d. Sciences 1, 1954, 47—88.
17. Mills, W. D., and Dewey, J. E., Control of diseases and insects in the orchard. Cornell Extension Bull. 711, 1947, S. 18—25.
18. Post, J. J., De meteorologische zijde van het schurftonderzoek. Meded. Dir. Tuinbouw 18, 1955, 130—137.
19. Schnelle, F., und Breuer, W., Meteorologische Meßgeräte und Voraussetzungen für den Schorfwarndienst. Ber. Dtsch. Wetterdienst Nr. 41, 1958, 22 S.
20. Schrödter, H., Über den Einfluß des Taus auf den Sporenaustritt von *Ascochyta pinodella*. Nachrichtenblatt Dtsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N.F. 3, 1949, 173—176.
21. —, Taumenge und Benetzungsdauer. Biol. Zentralbl. 69, 1950, 72—73.
22. Steubing, L., Studien über den Taufall als Vegetationsfaktor. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 68, 1955, 55—70.

23. Uhlig, S., Das Problem der *Phytophthora*-Warnungen. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau **99**, 1955, 129—150.
24. Ullrich, J., Die Biologie und Epidemiologie von *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **9**, 1957, 129—138.
25. Wächtershäuser, H., Verdunstungsmengen des Piche-Evaporimeters in ihrer korrelativen Abhängigkeit von Sättigungsdefizit und Wind. Angew. Botanik **28**, 1954, 192—203.
26. Walter, H., Grundlagen der Pflanzenverbreitung I. Teil: Standortslhre, Stuttg. 1949.
27. Weger, N., Ergebnisse vergleichender Taumessungen. Mitteil. Dtsch. Wetterdienst Nr. **14**, 1955, 185—187.

Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn

Über die genetischen Verhältnisse einer Komplex-Mutante von *Vicia faba*

Von

Werner Gottschalk

A. Einleitung

Bei verschiedenen Gattungen der Familie der Leguminosen sind vereinzelt Mutanten beschrieben worden, deren übereinstimmendes Charakteristikum darin liegt, daß genetisch bedingte Veränderungen der Blattgestaltung stets mit Abnormalitäten im Bereich der Blüte kombiniert sind. Statt der üblichen Fiederblätter treten ungeteilte unifoliata-Blätter auf, und der Bau der Geschlechtsorgane — vor allem des Gynaeceums — ist so abnorm, daß die betreffenden Pflanzen in der Regel steril sind. Derartige Mutationstypen werden nach Lamprecht (1935b) als „Komplex-Mutationen“ bezeichnet. Während Lamprecht ursprünglich annahm, es handle sich hierbei um die gleichzeitige mutative Veränderung mehrerer Gene, vertritt er später (1944, 1945, 1949, 1954) den Standpunkt, daß ein spezieller Fall von Pleiotropie vorliegt. Bisher sind Komplex-Mutationen bei verschiedenen Arten der Gattung *Phaseolus* sowie bei *Pisum sativum* bekannt geworden (Blakeslee 1919, Rieser 1924, Lamprecht 1933a, 1935b, c, 1949, 1953, Genter und Brown 1941). Vor einigen Jahren ist in einem Massenbestand von *Vicia faba* eine Mutante aufgetreten, deren Abnormalitäten in gewisser Beziehung mit den für andere Leguminosen bereits beschriebenen Komplex-Mutationen übereinstimmen. Die morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Eigenarten dieser Mutante sind in der vorliegenden Zeitschrift bereits beschrieben worden (Scheibe und Gottschalk 1956); über die Ergebnisse der genetischen Untersuchungen soll im folgenden berichtet werden.

B. Die Spaltungsverhältnisse

Die Mutante bildet in den frühen Stadien ihrer ontogenetischen Entwicklung ausschließlich große, lappige unifoliata-Blätter, während in der 2. Hälfte der Ontogenese normale Fiederblätter zur Ausbildung gelangen. Der Umschlag von unifoliat nach gefiedert erfolgt in einer kurzen Übergangszone, deren Blätter eine zunehmende Dreiteiligkeit erkennen lassen. Die Blüten der Mutante zeichnen sich durch eine hohe Variabilität ihrer Einzelorgane aus, die wohl auf Störungen in der Ausdifferenzierung der Vegetationskegel zurückzuführen ist. In vielen Blüten sind mehrere Carpelle vorhanden; die Verwachsung der Fruchtblattränder erfolgt häufig nicht vollständig oder unterbleibt ganz, so daß die Samenanlagen frei liegen und vertrocknen. Die Folge dieser Störung ist eine stark herabgesetzte Fertilität der Mutante gegenüber der Normalform.

Zur Ermittlung der Spaltungsverhältnisse wurden im Sommer 1955 Kreuzungen zwischen der Normalform und der Mutante durchgeführt, die 62 keimfähige Samen erbrachten. Die Bastarde entsprachen im Phänotypus der Normalform, es liegt also volle Dominanz von normal gegenüber mutiert vor. Die jeweils ältesten Blüten der untersten Infloreszenzen der Bastarde wurden von Hand geselbstet und alle anderen Knospen sowie die Gipfelregion der Pflanzen entfernt. Im Sommer 1957 wurde die Nachkommenschaft von insgesamt 49 F₁-Bastarden in Form von 49 Familien als F₂-Generation aufgezogen. Die Generation umfaßte 1013 Pflanzen. Für die reziproke Kreuzung Mutante x Normalform wurden Hunderte von Kastrationen und Bestäubungen durchgeführt, wir erhielten jedoch keinen Ansatz.

Die beiden abweichenden Merkmals-Komplexe — die Blattgestaltung einerseits und die vielfältigen Unregelmäßigkeiten im Bereich der Blüte andererseits — sind so verschieden voneinander, daß es naheliegt, zunächst nicht an die Mutation eines einzigen pleiotropen Gens, sondern an die Veränderung von mindestens zwei Faktoren zu denken. Wenn man als Arbeitshypothese einen dihybriden Erbgang annimmt, so entspräche die Mutante der doppelt rezessiven Form aabb, während die Normalform AABB wäre. Für den Nachweis eines dihybriden Mendelfalls ist bei Vorliegen freier Kombination die Ermittlung des zahlenmäßigen Anteils der Umkombinationen AAbb und aaBB sowie der zugehörigen Heterozygoten notwendig. Liegt partielle Koppelung vor, so müßten die gleichen Phänotypen als Folge von Koppelungsbrüchen in einer gewissen Häufigkeit herauspalten.

Die Aufklärung eines dihybriden Erbgangs ist am vorliegenden Material mit gewissen Komplikationen verbunden, weil bei der Mutante nur eine der beiden abweichenden Eigenschaften — nämlich nur die Gestaltung der Laubblätter — regelmäßig in Erscheinung tritt. Die Tendenz zu Abnormalitäten im Blütenbau hingegen ist wohl genetisch generell festgelegt, die Abweichungen selbst sind jedoch in hohem Maße modifikabel. Offenbar spielt hierbei die Temperatur als modifizierender Außenfaktor eine sehr entscheidende, im einzelnen noch nicht geklärte Rolle. Es kommt auf jeden Fall relativ häufig vor, daß homozygote Mutanten normale Blüten besitzen. Das bedeutet aber, daß sich die Umkombination aaBB (mutierte Blätter / normale Blüten) — selbst wenn sie vorhanden ist — im Spaltungsverhältnis nicht zuverlässig manifestieren kann, weil der gleiche Phänotypus unter bestimmten Außenbedingungen bereits bei der reinen Mutante aabb auftritt. Auch die Umkombination AAbb (normale Blätter / mutierte Blüten) wird sich zahlenmäßig nicht exakt erfassen lassen, weil auch hier die genetisch fixierte Eigenschaft „mutierte Blüten“ modifikatorisch so überlagert sein kann, daß die Pflanzen morphologisch der Normalform AABB entsprechen. Es wird also im wesentlichen darauf ankommen, festzustellen, ob die letztgenannte Umkombination überhaupt zustandegekommen ist. Sollte sich dieser Nachweis erbringen lassen, so kann daraus auf das Vorliegen eines dihybriden Erbgangs geschlossen werden, ohne daß infolge der spezifischen Eigenart der Mutante das Spaltungsverhältnis von

9 : 3 : 3 : 1 oder bestimmte Austauschwerte von Koppelungsbrüchen zu erwarten sind.

Von den 1013 F₂-Individuen erwiesen sich 770 (= 76 %) hinsichtlich ihrer Blattgestaltung als normal, 243 besaßen unifoliata-Blätter (Tab. 1). Das entspricht recht genau einer 3 : 1-Spaltung, deren theoretisch erwartete Werte bei 760 normal + 253 mutiert liegen. Für die Veränderung der Blattgestaltung ist also ein mutiertes, rezessives Gen zuständig. Hinsichtlich der Blütengestaltung wiesen die unifoliata-Pflanzen der F₂-Generation im Rahmen der bereits erwähnten breiten Variabilität durchgängig die Merkmale der Mutante auf. Trotz Durchsicht von einigen hundert normalblättrigen Pflanzen der F₂-Generation konnte die erwartete Kombination „normale Blätter /mutierte Blüten“ nicht ein einziges Mal gefunden werden; alle normalblättrigen Pflanzen besaßen auch normal gestaltete Blüten. Wenn damit auch noch nicht eindeutig bewiesen ist, daß der Erbgang durch ein pleiotropes Gen gesteuert wird, so kann doch zumindest das Vorliegen freier Kombination für die weiteren Überlegungen unberücksichtigt bleiben.

Tabelle 1. Die Spaltungsverhältnisse in der F₂-Generation nach der Kreuzung Normalform x Mutante

	gefundene Werte	Erwartungswerte bei 3 : 1-Spaltung
Gesamtzahl der F ₂ -Individuen	1 013	1 013,00
davon normal	770	759,75
mutiert	243	253,25

C. Diskussion

Den in der F₂-Generation gefundenen Spaltungsverhältnissen können theoretisch drei verschiedenartige genetische Prinzipien zugrunde liegen:

1. Es ist ein Gen mit pleiotroper Wirksamkeit mutiert.
2. Es sind mehrere, sehr eng miteinander gekoppelte Gene mutiert.
3. Es liegt keine Genmutation, sondern eine Chromosomenmutation vor.

In Verbindung mit einer Defizienz könnte ein Chromosomenstück mit einigen Genen verlorengegangen sein.

Eine klare Entscheidung, welche dieser drei Möglichkeiten in der Mutante realisiert ist, kann kaum getroffen werden. Es soll in diesem Zusammenhang zunächst auf die Befunde an anderen Mutanten bei verschiedenen Gattungen der Leguminosen eingegangen werden, die z. T. auffallende Parallelen zu den Verhältnissen an der hier besprochenen Form erkennen lassen, ohne daß eine völlige Übereinstimmung besteht. So hat Lamprecht (1935b) eine Mutante von *Phaseolus vulgaris* bearbeitet, die nicht nur in der Blattgestaltung, sondern auch im Blütenbau weitgehend unserer Mutante entspricht. Bei beiden Formen werden unifoliata-Blätter und mehrere offene Carpelle je Blüte ausgebildet. Ähnliche Mutanten sind von *Phaseolus angularis* (Blakeslee 1919), *Phaseolus multiflorus* (Rieser 1924) und *Pisum sativum* (Lam-

precht 1933 a, b) bekannt geworden. Die von Lamprecht (1935 b) gegebene Übersicht über die bei Leguminosen bisher beschriebenen unifoliata-Mutanten kann also in folgender Weise ergänzt werden (Tabelle 2):

Tabelle 2. Übersicht über die bei Leguminosen bisher beschriebenen unifoliata-Mutanten

Species	Autor	Blattform	Fertilitäts- verhält- nisse	Bemerkungen
a) Komplex-Mutationen				
<i>Phaseolus angularis</i>	Blakeslee (1919)	unifoliat	steril	—
<i>Phaseolus multiflorus</i>	Rieser (1924)	unifoliat	steril	Phylloidie aller Blütenorgane
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Lamprecht (1935 b)	unifoliat	steril	3 Carpelle, funktionell reduziert
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Genter und Brown (1941)	unifoliat	steril	—
<i>Pisum sativum</i>	Lamprecht (1933 a)	unifoliat	steril	Pistilloidie aller Blütenorgane
<i>Vicia faba</i>	Scheibe und Götschalk (1956)	unifoliat	partiell fertil	Anzahl der Blütenorgane erhöht, mehrere Carpelle, stark modifikabel
b) normale Mutationen				
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Lamprecht (1935 a)	unifoliat	fertil	normaler Blütenbau

Schließlich müssen in diesem Zusammenhang noch andere Komplex-Mutationen erwähnt werden, die zwar keine unifoliata-Blätter, dafür aber andersartige Veränderungen im Blatt- und Blütenbau aufweisen (die laciniata-, aphacoides-, angustifolia- und compactum-Mutanten von *Pisum sativum* [Bateson und Pellew 1915, Nilsson-Leissner 1924, Sverdrup 1927, Lamprecht 1944, 1945], die angustifolia- und gibbifolia-Mutanten von *Phaseolus vulgaris* [Johannsen 1909, Lamprecht 1945], die linearifolia-Mutante von *Trifolium pratense* [Witte 1923]). Für alle diese Mutanten sind folgende übereinstimmende Charakteristika zu nennen:

Alle Mutanten weichen in mehreren Eigenschaften — und zwar grundsätzlich in der Blatt- und Blütengestaltung — von der Normalform ab.

Die Folge dieser Veränderungen ist bei allen Mutanten volle Sterilität.

Soweit eine genetische Bearbeitung erfolgt ist, hat sich stets ein monohybrider Erbgang ergeben. Trotz Durchsicht von sehr umfangreichen F₂-Generationen konnte die erwartete Umkombination von normalen Blättern / mutierten Blüten oder umgekehrt niemals aufgefunden werden.

In F_1 -Bastarden ließen sich — soweit untersucht — niemals meiotische Störungen nachweisen, die auf chromosomale Ursachen der Veränderungen schließen lassen.

Unsere unifoliata-Mutante von *Vicia faba* gehört ohne Zweifel in diese einheitliche Gruppe von Mutanten hinein, ist also eine Komplex-Mutante im Sinne von L a m p r e c h t (1933 a). Sie unterscheidet sich lediglich in einer Eigenschaft von den oben angeführten Formen: sie ist nicht völlig steril. Die Veränderungen im Gynaeceum entsprechen zwar durchaus den Störungen, die bei den anderen Komplex-Mutanten auftreten, sie haben auch bei vielen Pflanzen volle Sterilität zur Folge, es liegt jedoch im Bereich der Variationsbreite der Komplex-Mutante von *Vicia faba*, daß gelegentlich Frucht- und Samenansatz zustande kommen, wenn die Erträge auch weit unter den Vergleichswerten der Normalform liegen¹⁾. Im ganzen gesehen resultiert hieraus eine partielle Sterilität. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um einen prinzipiellen Unterschied, sondern nur um eine graduelle Abweichung von den anderen Komplex-Mutanten der Leguminosen.

Es sei erwähnt, daß von *Phaseolus vulgaris* auch eine Mutante bekannt ist, die wohl unifoliata-Blätter, aber völlig normale Blüten besitzt und damit voll fertil ist (L a m p r e c h t 1935 a). Die genetische Bearbeitung dieser Mutante ergab einen monohybriden, rezessiven Erbgang. Die bei den Komplex-Mutanten vorliegenden Verhältnisse könnten daher zwanglos mit der Annahme erklärt werden, daß unmittelbar neben dem Gen für unifoliata-Blätter ein Gen für abweichende Blütengestaltung lokalisiert ist, daß also so enge Koppelung z w e i e r Gene vorliegt, daß kaum ein Koppelungsbruch zu erwarten ist. Wenn sich diese Erklärungsmöglichkeit auch nicht völlig ausschließen läßt, so scheint doch der übereinstimmende Befund, daß Blatt- und Blütenveränderung in allen Fällen gleichzeitig auftreten, eine andere Deutung zu fordern. L a m p r e c h t (1944, 1945, 1949, 1953) nimmt an, daß hierfür ein System aufeinander abgestimmter Gene vorhanden ist. Als primäres Ereignis erfolgt zunächst die Mutation eines Gens, das für die Gestaltung der Blätter zuständig ist. Durch diese Mutation können bestimmte, für die Blütengestaltung verantwortliche Komplementär-Gene ihre Funktion nicht mehr normal erfüllen: es kommt zu den beobachteten Abnormalitäten im Bereich der Blüte, ohne daß hierfür ein zweiter Mutationsschritt angenommen zu werden braucht.

Mit dieser sehr einleuchtenden Hypothese lassen sich die bei den Komplex-Mutanten auftretenden Abnormalitäten erklären. Könnte es aber nicht ebenso gut möglich sein, daß ganz einfach Gene mit pleiotroper Wirksamkeit mutiert sind? Wenn auch vom überwiegenden Teil der bisher bekannt gewordenen pleiotropen Gene jeweils etwa „wesensgleiche“ Eigenschaften im Organismus gesteuert werden, so muß diese Voraussetzung ja nicht unbedingt für jedes Gen mit pleiotroper Wirksamkeit zutreffen. Es wäre m. E. denkbar, daß das Wesen der Komplex-

¹⁾ So zeigten in den Jahren 1956 und 1957 von 501 Mutanten insgesamt 157 Pflanzen (= 33,5 %) keinen Ansatz. Als Durchschnittsertrag wurden 4,1 Körner je Pflanze errechnet. Der Vergleichswert für eine normale Linie lag im gleichen Zeitraum bei 17,1 Körnern je Pflanze.

Mutationen gerade darin besteht, daß pleiotrope Gene mutieren, die sowohl für die Blatt- als auch für die Blütengestaltung verantwortlich sind.

D. Zusammenfassung

Es wird über eine unifoliata-Mutante von *Vicia faba* berichtet, die sowohl in der Blatt- als auch in der Blütengestaltung von der Normalform abweicht und als Komplex-Mutante aufzufassen ist. Nach Kreuzung mit der Normalform wird ein monohybrider, rezessiver Erbgang festgestellt. In der F₂-Generation treten neben normalen Pflanzen nur Formen auf, die die beiden abweichenden Eigenschaften gemeinsam besitzen. Eine Umkombination von normalen Blättern / mutierten Blüten konnte nicht beobachtet werden. Die Befunde werden auf die Mutation eines pleiotropen Gens zurückgeführt.

Literaturverzeichnis

- Bateson, W., and C. Pellow, On the genetics of "Rogues" among culinary peas (*Pisum sativum*). J. Genet. **5**, 1915, 13—36.
- Blakeslee, A. F., A unifoliata mutation in the Adzuki bean. J. Hered. **10**, 1919, 153—155.
- Genter, C. F. and H. M. Brown, X-ray studies on the field bean. J. Hered. **32**, 1941, 39—44.
- Johannsen, W., Über Knospenmutation bei *Phaseolus*. Z. Vererbungslehre **1**, 1909, 1—10.
- Lamprecht, H., Ein unifoliata-Typus von *Pisum* mit gleichzeitiger Pistillodie. Hereditas **18**, 1933a, 56—64.
- , Das Gen Uni und seine Koppelung mit anderen Genen bei *Pisum*. Hereditas **18**, 1933b, 269—296.
- , Zur Genetik von *Phaseolus vulgaris*, XI. Hereditas **20**, 1935a, 238—250.
- , Komplexe und homologe Mutationen. Hereditas **20**, 1935b, 273—288.
- , Eine *Pisum*-Form mit compactum-Verzweigung und verkürzten Staubfäden. Hereditas **20**, 1935c, 94—102.
- , Die genisch-plasmatische Grundlage der Artbarriere. Agri Hort. Gen. **2**, 1944, 72—142.
- , Durch Komplexmutation bedingte Sterilität und ihre Vererbung. Arch. Jul. Klaus-Stiftg., Erg. Bd. zu **20**, 1945, 126—141.
- , Systematik auf genischer und zytologischer Grundlage. Agri Hort. Gen. **7**, 1949, 1—28.
- , Bisher bekannte und neue Gene für die Morphologie der *Pisum*-Blüte. Agri Hort. Gen. **11**, 1953, 122—132.
- , Selektive Befruchtung im Lichte des Verhaltens interspezifischer Gene in Linien und Kreuzungen. Agri Hort. Gen. **12**, 1954, 1—37.
- Nilsson-Leissner, G., Über eine aberrante Form von Wintererbsen. Hereditas **5**, 1924, 87—92.
- Rieser, D., Sur une mutation de *Phaseolus multilobus*. Dissertation Lausanne 1924, zit. nach Lamprecht 1935b.
- Scheibe, A., und W. Gottschalk, Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an einer Blatt- und Blütenmutante von *Vicia faba*. Z. Angew. Bot. **30**, 1956, 14—44.
- Sverdrup, A., Linkage and independant inheritance in *Pisum sativum*. J. Genet. **17**, 1927, 221—251.
- Witte, H., A probable case of "Rogue" in red clover. Hereditas **4**, 1923, 55—58.

Bericht über die 48. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 1. bis 7. September 1958 in Kiel

Von schönstem Spätsommerwetter begünstigt, fand die 48. Tagung unserer Vereinigung, wie üblich gemeinsam mit der Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft, seit 1925 zum erstenmal wieder am Sitz unserer nördlichsten Universität statt.

Der Begrüßungsabend im Parkhotel am 1. September ließ bereits erkennen, daß die Tagung leider verhältnismäßig schwach besucht werden würde. Vor allem war zu bedauern, daß die Teilnahme der Kollegen aus Mitteldeutschland äußerst gering war.

Am 2. September eröffnete der Präsident der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Herr Professor Dr. Overbeck, die gemeinsame Tagung beider Gesellschaften im lichten Sitzungssaal der wiedererrichteten Kunsthalle. Herr Ministerialdirektor Kock überbrachte die Grüße der Landesregierung, während die Grüße und Wünsche der Universität von dem Rektor, Herrn Professor Dr. Unold, und dem Dekan der naturwissenschaftlichen Fakultät, Herrn Professor Dr. Herre, ausgesprochen wurden. Die Stadt Kiel war wegen der bevorstehenden Wahlen nicht vertreten. Nachdem Herr Overbeck dann noch über die Geschichte der Botanik an der Kieler Universität berichtet hatte, eröffnete Herr Straub die Reihe der wissenschaftlichen Sitzungen mit einem Vortrage über „Polyploidie“.

Von unseren Mitgliedern wurden während der Tagung noch folgende Vorträge gehalten:

Bolle, F.: Quantitative morphologische Untersuchungen.

Brandenburg, E. (und Tostmann, R.): Neuere Untersuchungen über das Vorkommen von Molybdänmangel bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Bünning, F.: Über die Wirkung von polarisiertem Licht auf das Wachstum von Pilzhypen sowie die Keimung von Farn- und Moossporangien.

Czaja, A. Th.: Keimungsphysiologie der Sporen holzerstörender Pilze: *Coniophora cerebella* und *Merulius lacrymans domesticus*.

Nuernbergk, E.: Die Praxis der Pflanzenbeleuchtung.

Ruge, U.: Die lichtphysiologischen Grundlagen der Pflanzenbeleuchtung.

Werneck, H.: Über die Urgeschichte der Pflaumen im oberen Rhin-Donauraum.

Mittwoch, den 3. September, fand die Generalversammlung unserer Vereinigung statt (s. S. 155). Für den späten Nachmittag hatte die Stadt Kiel zu einer Dampferfahrt eingeladen, die bis zum Feuerschiff in der Außenförde führte und für einige Teilnehmer eine Prüfung auf ihre Seefestigkeit mit sich brachte.

Am Donnerstag mußten die wissenschaftlichen Vorträge leider auf mehrere Hörsäle in verschiedenen Gebäuden aufgeteilt werden, wodurch sich wieder die Notwendigkeit ergab, auf den einen oder anderen interessierenden

Vortrag verzichten zu müssen. Die für den Nachmittag anberaumte Aussprache über die Gründung einer Arbeitsgemeinschaft für ur- und frühgeschichtliche Kultur- und Nutzpflanzen im deutschen Sprachraum von Mitteleuropa führte zu der Entschliebung, daß alle Interessenten sich zunächst mit Fräulein Dr. M. Hopf (Mainz, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Rheinpromenade) in Verbindung setzen sollen, die die Federführung übernommen hat.

Am Donnerstagabend kamen die Tagungsteilnehmer zu einem geselligen Abend in dem schönen Festsaal des Hotels „Bellevue“ zusammen. Als eine Meisterleistung der Tagungsleitung darf die Vorführung eines Nordlichts von seltener Schönheit verbucht werden, zu dessen Bewunderung Herr Overbeck ins Freie bat.

Freitag und Sonnabend waren Exkursionen vorbehalten. Zwei ganztägige Exkursionen führten in die Holsteinische Schweiz (Leitung Dr. W. E. Raabe) und über das Baumschul- und Obstbaugebiet nördlich Hamburgs bis zur schleswig-holsteinischen Westküste (Leitung Dr. H. Fischer). Am Freitag war außerdem Gelegenheit gegeben, vor- und nachmittags unter Leitung von Herrn Professor Dr. Hoffmann mit dem Forschungskutter des Instituts für Meereskunde auszufahren und meereskundliche Arbeitsmethoden kennenzulernen. Schließlich konnte nachmittags unter der sachkundigen Führung von Herrn Dr. F. Glasau das 43 ha große Arboretum Lehmkuhlen besucht werden. Es war schmerzlich zu sehen und zu hören, daß dieser dendrologischen Kostbarkeit — anscheinend unaufhaltsam — der Verfall droht.

K. Hassebrauk

48. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 3. September 1958 in Kiel

Der Vorsitzende, Herr Stapp, eröffnete die Generalversammlung um 15 Uhr und dankte zunächst den Herren, die für die Vorbereitung und Durchführung der Tagung verantwortlich waren, insbesondere den Herren Overbeck, Buhl und Fischer.

Sodann gedachte Herr Stapp mit ehrenden Worten unter allgemeiner Teilnahme der seit der letzten Generalversammlung verstorbenen Mitglieder: Bauch, Blunck, Borchers, Funk, Reinold, Werth.

Die Vereinigung zählte am 31. 12. 1956 380 Mitglieder. 32 Mitglieder sind neu aufgenommen worden, 11 sind ausgeschieden, so daß am 31. 12. 1957 401 Mitglieder der Vereinigung angehörten. Davon leben 376 in Deutschland, 25 im Auslande.

Herrn Büchting ist zum 70., den Herren Claussen und Lembke (der persönlich an der Tagung teilnahm) zum 80. Geburtstage ein Glückwunschtelegramm geschickt worden.

In Abwesenheit des Schatzmeisters wurde vom Vorsitzenden der Kassenbericht verlesen:

	DM		DM
Bestand 31. 12. 1956	14 065,73	Bestand 31. 12. 1957	14 277,23
Einnahmen:		Ausgaben:	
Mitgliedsbeiträge	5 394,16	Druck der Zeitschrift	8 699,18
Verkauf von Einzel-		Porto	313,33
heften	3 800,90	Verwaltungskosten	512,39
Zinsen und Umstellung		—	—
von Altkonten	541,34	—	—
	<u>23 802,13</u>		<u>23 802,13</u>

Der Betrag ist vorhanden:

	DM
Sparbuch	13 145,—
Tageskonto	134,46
Postscheckkonto	939,97
bar	57,80
	<u>14 277,23</u>

Die Kassenführung ist von den Herren H. Müller und U. Schdraweit geprüft und für richtig befunden worden.

Auf Antrag wurden der Schatzmeister und die übrigen Vorstandsmitglieder entlastet.

Herr Stapp wies darauf hin, daß der bisher erhobene Beitrag von 15,— DM die zur Zeit gesunde Finanzlage der Vereinigung gefahrde und wegen der erhöhten Druckkosten eine häufigere Herausgabe unserer Zeitschrift nicht erlaube. Er schlug eine Erhöhung des Beitrages auf 20,— DM (Ausländer 23,— DM) vor und bat um Ermächtigung, diesen höheren Bei-

trag bereits am 1. Januar 1959 vor der erforderlichen Satzungsänderung erheben zu dürfen.

Dieser Antrag löste eine lebhafte Aussprache aus, an der sich die Herren G ä u m a n n, B ü n n i n g, P l a u t, S c h a n d e r, T i e g s, K n a p p und R i c h t e r beteiligten. Die Mehrzahl der Redner wandte sich gegen eine Beitragserhöhung.

Herr G ä u m a n n regte an, eine Satzungsänderung vorzunehmen, die erlaube, Kollektivmitglieder aufzunehmen, ein Mittel, mit dem er die besten Erfahrungen gemacht hätte.

Herr P l a u t plädierte für eine stärkere Werbung im Auslande.

Eine unverbindliche Abstimmung veranlaßte den Vorsitzenden, seinen Antrag zunächst zurückzuziehen. Eine Satzungsänderung bezüglich der Aufnahme von Kollektivmitgliedern soll vorbereitet werden.

Herr K n a p p warf die Frage nach der Existenzberechtigung unserer Zeitschrift auf. Er vertrat die Ansicht, daß Spezialzeitschriften für die einzelnen Disziplinen der angewandten Botanik vorzuziehen seien.

Herr S t a p p widerlegte diese Anschauung, da es Grenzgebiete der angewandten Botanik in Mengen gäbe, die keiner besonderen Fachrichtung einzuordnen seien.

Herr W ö h r m a n n bemängelte, daß eingereichte Manuskripte häufig mit größerer Verzögerung gedruckt würden.

Herr H a s s e b r a u k wies darauf hin, daß dies eine Folge unserer finanziellen Möglichkeiten wäre. Bei erhöhten Beiträgen oder vermehrter Mitgliederzahl könnten auch mehr Hefte gedruckt und die Arbeiten zügiger veröffentlicht werden.

Die von verschiedenen Mitgliedern gebrachte Anregung, unsere Zeitschrift zu einem Organ mit Sammelberichten über Teilgebiete der angewandten Botanik auszugestalten, wurde von Herrn R i c h t e r als undurchführbar bezeichnet.

Herr R i c h t e r legte dar, daß dieser an sich alte Plan stets daran scheitert sei und auch in Zukunft scheitern würde, da die Vereinigung für die Abfassung solcher zeitraubender Sammelberichte kein Honorar zahlen könne. Herr R i c h t e r führte auf Grund seiner früheren Erfahrungen als Schatzmeister auch die Vorstellungen ad absurdum, durch die von einigen Mitgliedern angeregte Aufnahme von Annoncen die Finanzlage zu verbessern. Die Industrie hat daran kein Interesse, weil die Auflagenhöhe zu gering ist. Er appellierte dagegen mit Nachdruck wieder einmal an alle Mitglieder, der Vereinigung neue Mitglieder zuzuführen. Es dürfte eigentlich nicht schwierig sein, den Mitgliederbestand zu verdoppeln und damit allen Anforderungen gerecht werden zu können, die immer wieder an die Zeitschrift gestellt werden.

Der Vorsitzende schloß die Generalversammlung 15.40 Uhr.

C. Stapp
1. Vorsitzender

K. Hassebrauk
1. Schriftführer

Besprechungen aus der Literatur

Aichele, Dietmar, Von Samenkorn zu Samenkorn, Beobachtungen und Versuche. Sammlung „Erlebte Biologie“, Kosmos, Franckh'sche Verlags-handlung, Stuttgart 1958. 141 S. Kart. 5,80 DM.

Das Büchlein soll den Naturfreund durch Anleitung zu Versuchen und deren Deutung eine Einführung in die Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie geben und dem Lehrer zur Vorbereitung des experimentellen Biologieunterrichts dienen. Der Verfasser hat es verstanden, für sein Vorhaben einfach durchzuführende Versuche auszuwählen und bei der Deutung der Ergebnisse wesentliche Kenntnisse zu vermitteln. Es werden Versuche zur Samenquellung und -keimung, zum Wachstum und zur Bewegung der Pflanze beschrieben.

Es ist natürlich sehr schwierig, dem Leser einen Einblick in die so komplizierten Wachstums- und Bewegungsvorgänge zu vermitteln, ohne eine ausreichende Grundlage der botanischen Anatomie, Cytologie und Physiologie voraussetzen zu können. Es wäre wohl der Verständlichkeit des Büchleins für den Laien zugute gekommen, wenn dem speziellen Teil eine etwas breitere allgemeine Einführung vorangestellt worden wäre.

Bei wissenschaftlichen Abhandlungen, die den Nichtfachmann ansprechen sollen, kommt den Abbildungen natürlich ganz besonderer didaktischer Wert zu. In dieser Hinsicht läßt das Bändchen manche Wünsche offen. Von einigen recht guten Photographien abgesehen, sind in der Mehrzahl Zeichnungen aus dem „Strasburger“, Troll: Allgemeine Botanik, und Bünning: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze ausgewählt und in den Text eingepaßt worden.

Im Stil erscheint das Büchlein manchmal banal. Weder Naturfreund noch Fachbotaniker werden der Ansicht des Verfassers zustimmen, daß es die „Kompliziertheit ist, die unsere Achtung vor dem wunderbaren Geschöpf Pflanze erzwingt“.

Heumann, Braunschweig

Diels-Mattick, Pflanzengeographie. Sammlung Götschen, Bd. 389/389 a. 5. Aufl. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1958. 194 S. Brosch. 4,80 DM.

Eine bekannte und bewährte Schrift ist in ganz neu bearbeiteter Auflage erschienen. Fritz Mattick hat sich erfolgreich bemüht, den klaren und anschaulichen Text von L. Diels, der dem Büchlein durch vier Auflagen hindurch (4. Auflage 1945) als Autor seine Eigenart vermittelt hat, so gut als möglich zu bewahren und dennoch den Anschluß an den heutigen Stand der sich rasch fortentwickelnden pflanzengeographischen Forschung herzustellen. Die Schrift ist bestrebt, einen Überblick über alle Teilgebiete der weit verzweigten geobotanischen Wissenschaft zu geben. Die klassische Einteilung in floristische, historisch-genetische und ökologische Pflanzengeographie, ergänzt durch eine Übersicht über die Florenreiche, wird beibehalten. Neu ist ein einleitendes Kapitel über Aufgaben, Geschichte und Material der Pflanzengeographie. Die Formationslehre ist aus dem ökologischen Abschnitt herausgenommen worden und wird in einem besonderen Kapitel in verbesserter Form behandelt. Neu sind ferner ein kurzes Kapitel über Pflanzensoziologie, wobei dieses Gebiet wegen seines stark spezialisierten Charakters hier nur ganz kurz behandelt werden konnte, Abschnitte über pflanzengeographische Kartierung, über Hilfsmittel und Forschungsstellen sowie eine Karte der Vegetationsgebiete nach Brock-

mann-Jerosch & Maul. Die Literaturübersicht ist gegenüber früher wesentlich erweitert und enthält eine sehr sorgfältige Auswahl der wichtigsten Schriften.

Müller-Stoll, Potsdam.

Grospietsch, Th., Wechseltierchen (Rhizopoden). Sammlung: Einführung in die Kleinlebewelt. Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart 1958. 80 S., 73 Zeichnungen im Text, 51 Abb. auf 4 Kunstdrucktafeln. Steif brosch. 9,80 DM.

In diesem Band behandelt der Verfasser aus praktischen Erwägungen nur die im Süßwasser lebenden Rhizopoden. Der systematischen Besprechung wird eine allgemeine Einführung vorausgeschickt, welche die Morphologie, die Physiologie der Bewegung und Ernährung, Fortpflanzung, Symbiose und Parasitismus behandelt. Ein weiterer Abschnitt ist der Arbeitstechnik gewidmet. Hier werden Probeentnahme, Aufbereitung des Materials, mikroskopische Untersuchung und die Anfertigung von Dauerpräparaten besprochen. Es folgen Anleitungen zum Messen, Zeichnen und Photographieren der Objekte. Der Hauptteil des Buches ist den Bestimmungstabellen — Übersicht über das System der Rhizopoden — gewidmet. *Amoebina*, *Testacea* und *Heliozoa* werden in systematischer Übersicht mit Familien-, Gattungs- und Artenschlüsseln, jeweils mit zahlreichen Zeichnungen im Text, dargestellt. Es folgen Angaben über geographische Verbreitung und umfangreichere Ausführungen über die Ökologie der Rhizopoden und endlich die Schilderung der Rhizopodenanalyse der Moore, welche nach dem Prinzip der Pollenanalyse durchgeführt wird, mit einem Rhizopodendiagramm des Gifhorner Moores. Eine Übersicht über die allgemeine und spezielle Literatur, Erläuterung der wichtigsten Fachausdrücke und vier Seiten mit mikrophotographischen Aufnahmen, welche die schematischen Zeichnungen im Text ergänzen sollen, beschließen das sehr empfehlenswerte Bändchen.

A. Th. Czaja, Aachen.

Klapp, E., Grünlandkräuter. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1958. 96 S., 265 Abb. auf Tafeln. Kart. 5,80 DM.

Wenn man auf dem Grünland pflanzensoziologisch-wissenschaftlich oder in der landwirtschaftlichen Beratung arbeitet, muß man die Pflanzenarten nicht nur im blühenden, sondern auch im nichtblühenden Zustand erkennen können. Für die Bestimmung der Hauptgruppe der Grünlandpflanzen dient seit Jahren das bereits in 8. Auflage im Verlag Parey erschienene Taschenbuch der Gräser von Ernst Klapp. Nunmehr sind von ihm auch die Grünlandkräuter im gleichen Verlag erschienen. Im Gegensatz zu dem Gräserbuch wurde hier auf einen Bestimmungsschlüssel im blühenden Zustand verzichtet, weil dies angesichts der zahlreichen Florenwerke nicht als notwendig erschien. Aber weil deren Bestimmungsschlüssel stets auf Unterschieden der generativen Triebe aufgebaut ist, hat bisher die Möglichkeit zur Bestimmung eines einzelnen Blattes, einer Blattrosette oder eines nichtblühenden Triebes gefehlt. Diese Lücke ist jetzt geschlossen.

Allerdings war eine Beschränkung aus der großen Zahl der Grünlandkräuter notwendig. Aber die Auswahl der mehr als 250 Arten erfolgte nicht willkürlich, sondern nach der Häufigkeit, mit der die Arten nach dem reichen Listenmaterial Klapps und seiner Mitarbeiter im mitteleuropäischen Grünland vorkommen. Mit dieser Richtschnur für die Auswahl erhöht sich der Wert des Büchleins für Landwirte und Pflanzensoziologen, weil auf diese Weise alle wichtigeren Kräuterarten des Grünlandes erfaßt worden sind. Dem gleichen Ziel dienen ökologische und pflanzensoziologische An-

gaben, daneben für die Beurteilung des landwirtschaftlichen Wertes solche über den Futterwert. So werden die Artbeschreibungen in mehrfacher Hinsicht ergänzt.

Nach der im Gräser Schlüssel bewährten Weise werden zuerst Hauptgruppen der Arten gebildet, in diesen führt die streng dichotome Anordnung der Unterscheidungsmerkmale schließlich zur Bestimmung der einzelnen Art. Arten, deren Blätter an Grund und Stengel verschieden geformt sind, werden doppelt aufgeführt, so daß man auf zwei Wegen zu ihrer Bestimmung kommt. Eigenhändige Zeichnungen von jeder in dem Schlüssel aufgenommenen Art unterstützen die Bestimmung; sie sind aber auch, wie der Verfasser sich ausdrückt, als „Bilderbuch“ zu gebrauchen, besonders wenn es sich darum handelt, eine Vermutung zu sichern.

So wird Klapps neues Werk über die Grünlandkräuter bald für jeden, der auf den Wiesen und Weiden arbeitet, ebenso unentbehrlich sein wie sein Gräserbuch.

Adolf Stählin, Gießen.

Klotter, H. E., Grünalgen (Chlorophyceen). Sammlung: Einführung in die Kleinlebewelt. Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart 1957. 76 S., 199 Zeichnungen im Text und auf Tafeln. Steif brosch. 7,80 DM.

In der bekannten Sammlung „Einführung in die Kleinlebewelt“ behandelt Klotter die systematische Klasse der Chlorophyceen mit den Ordnungen *Tetrasporales*, *Protococcales*, *Ulotrichales*, *Siphonocladiales* und *Siphonales*, wobei die sonst auch als Ordnung abgegrenzten *Oedogoniales* als Familie der *Ulotrichales* auftreten. Der Verfasser gibt zunächst eine Anleitung zum Aufsuchen, Sammeln sowie Präparieren und Kultivieren der Algen, verbunden mit einer Anleitung zum Auswerten der Untersuchungsergebnisse. Diese Anleitung gibt einen ausgezeichneten Überblick über die Bearbeitung des Planktons in verschiedenen Süßwässern und dem Interessenten nicht nur eine mehr oder weniger trockene Anleitung, die Algen zu finden, zu sammeln, zu bestimmen, zu kultivieren, sondern darüber hinaus auch eine vielseitige Anwendung seiner Arbeit für die Gewässerkunde. Im zweiten Teil des Buches werden Bau, System und Bestimmung der Grünalgen dargestellt in Form einer Übersicht. Die Ordnung der *Volvocales* wird nicht behandelt, weil diese von manchen Autoren neuerdings zu den Flagellaten gestellt wird. So umfassen die in der Übersicht behandelten fünf Ordnungen die *Tetrasporales*, *Protococcales*, *Ulotrichales*, *Siphonocladiales* und *Siphonales*. Im folgenden werden dann jeweils innerhalb der einzelnen Ordnungen zunächst die Familien aufgezählt und kurz charakterisiert, worauf die einzelnen Familien mit den Gattungen und Arten an Hand von 120 Zeichnungen auf fast sechs Seiten durchgegangen werden.

Als Ergänzung, für den Algenfreund sehr willkommen, werden auf vier Seiten 68 Abbildungen von anderen grünen Algen gegeben, „um dem Anfänger zu zeigen, in welche Gruppe eine ‚grüne‘ Alge außerdem eingereiht werden kann“.

Die sehr gründlich durchgearbeitete Einführung kann jedem Freund der sehr interessanten Algenklasse der Chlorophyceen warm empfohlen werden.

A. Th. Czaja, Aachen.

Linskens, H. F., Die Abwehrreaktionen der Pflanzen. Dekker & Van De Vegt, N. V., Nijmegen-Utrecht 1957. 20 S. Brosch. 1,25 Fl.

In seiner Antrittsrede weist der Professor der Botanik an der Universität Nijmegen darauf hin, daß neben Stoffwechsel, Formwechsel und Reizbarkeit auch die Fähigkeit zu zellulärer Abwehr anderer lebender Systeme heran-

gezogen werden muß. Ausgehend von der These, daß die essentielle Seite des Lebens nicht allein mit naturwissenschaftlicher Methode zu erfassen ist, geht er nach kurzer Kennzeichnung der ersten drei Merkmale zu der Fähigkeit der Pflanze über, „den Zustand des Fließgleichgewichtes gegenüber den Einwirkungen anderer lebender Systeme aufrechterhalten zu können“. In Erweiterung von Gäumanns Begriff der Abwehrreaktion, faßt er das Verhalten der Pflanze beim Infektionsvorgang, bei interzellulären Symbiosen und beim Befruchtungsprozeß zusammen. Die Abwehr gegen Infektionen wird im wesentlichen in Anlehnung an Gäumann in ihrer weiteren Untergliederung besprochen und abschließend darauf hingewiesen, daß die begrifflich getrennten Abwehrwege mehr oder weniger gleichzeitig und miteinander ablaufen. Von den heute von verschiedensten Seiten vorgelegten Überlegungen über Einzelheiten dieses Ablaufs, wird neben den Züricher Arbeiten nur die Phytoalexin-Theorie von K. O. Müller (deren Grundlagen K. O. Müller während seiner Tätigkeit in Berlin, nicht erst in Australien, gelegt hat) erwähnt, so daß nicht immer Anschluß an letzte Entwicklung gewahrt ist. Die Abgrenzung der Abwehrreaktionen gegen Infektionen von dem echten intrazellulären Symbioseverhältnis erscheint etwas gezwungen, da (abgesehen von dem anmerkungsweise gebrauchten Hinweis auf die Arbeiten Paul Buchners an der Symbiose von Tier und Pflanze) nur Merkmale herangezogen werden, welche nach Ansicht des Referenten in fließendem Übergang von Dissymbiosen zu Eusymbiosen sich verändern. Die Anhäufung von Stoffen, welche den einzelnen Partnern nicht eigen sind, im Verlauf ihrer Wechselbeziehungen, ist wohl nicht auf die Flechten beschränkt.

Flechensäuren, deren „Abwehrwirkung“ gegen einen angreifenden Partner im einzelnen wohl erst zu beweisen wäre, können wohl nur mittelbar als Folge eines durch Abwehrreaktion hergestellten Gleichgewichtes der Partner, nicht als „Produkte der Abwehrreaktion“, hingestellt werden. So eindeutig der Mutualismus bei vielen Mycorrhizen uns entgegentritt, neigen wir doch mehr zu der Ansicht Gäumanns, der sie in nähere Verbindung mit parasitären Symbiosen bringt. Diese Anmerkungen sollen aber nicht den Eindruck verwischen, den der weitgespannte Rahmen des Vortrages bezweckt, wenn er die gemeinsamen Züge von Abwehrreaktionen in Symbiosen und der Inkompatibilität beim Befruchtungs Vorgang herausstellt. Hier liegt u. E. das besonders Anregende dieses Vortrages, um so mehr, als bei Befruchtungsunverträglichkeit schon mehr über Antigen-Antikörper-Reaktionen erforscht ist, als in den anderen hier betrachteten Fällen. Der Vortrag schließt mit der Gegenüberstellung von Mechanismus und Reichweite pflanzlicher Abwehrreaktionen, der Reaktionsfähigkeit der Pflanzenzelle und der Andauer des Abwehrschutzes zu entsprechenden Erscheinungen im Tierreich und der Feststellung, daß die Pflanze im gewissen Sinne weniger leistet als das Tier, so daß das Individuum auch weniger geschützt ist. Die dem Vortrag angeschlossene, in holländischer Sprache abgefaßten Anreden an die Zuhörer enthalten manches Bekenntniswort, das klar erkennen läßt, mit welchem Ernst sich der Verfasser um Ordnung und Vertiefung des Naturerkenntnis bemüht.

Fuchs, Göttingen.

Rünger, W., Licht und Temperatur im Zierpflanzenbau. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1957. 163 S., 51 Abb. Kart. 14,80 DM, Halbl. 16,80 DM.

Die Frage der Beeinflussung der Pflanzen durch Licht und Temperatur während der verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung ist seit langem

Gegenstand pflanzenphysiologischer und angewandt-botanischer Untersuchungen. Der Verfasser setzte sich zum Ziel, die durch diese Forschungen erlangten Kenntnisse, die zum großen Teil zerstreut und daher dem Praktiker nicht zugänglich sind, zusammenzufassen und somit der Praxis bekannt zu machen. Er verfolgt dieses Ziel in knapper, klarer Form, unter bewußter Vermeidung von Hypothesen und Theorien. Es wird dabei nicht auf komplizierte physiologische Vorgänge eingegangen, weshalb auch die Frage der Wuchsstoffbeeinflussung keine Erwähnung findet. Das Buch gewinnt dadurch an Übersichtlichkeit. Wenn es sich in erster Linie an den am Zierpflanzenbau interessierten Gärtner wendet, für den allerdings manches vorausgesetzt wird, so erhält auch der Wissenschaftler Anregungen, die er dankbar hinnehmen mag, da manche ungelöste Frage zwischen den Zeilen mitklingt. Eine reiche Literaturübersicht, unter starker Berücksichtigung ausländischer Arbeiten gibt wertvolle Hinweise.

Das Buch gibt zunächst einen klaren Überblick über das Wesen, sowie die allgemeine Bedeutung von Licht und Temperatur für die Pflanze. Es vermittelt in konzentrierter Form die für das Verständnis notwendigen Grundlagen, unter Berücksichtigung der Messungsdurchführungen. Der Praktiker wird für diese Einführung besonders dankbar sein. Danach werden die Wirkungen von Licht und Temperatur während verschiedener Entwicklungsphasen der Pflanze, wie Keimung, Stecklingsbewurzelung, Wachstum, Blütenbildung, sowie während der Ruhe und bei der Treiberei besprochen. Eine Reihe von Tabellen vermittelt Anhaltspunkte für die Behandlung von Samen von Stauden und Gehölzen, die besondere Ansprüche stellen. Es wird den z. T. recht unterschiedlichen Bedingungen voll Rechnung getragen. Die Darstellungsweise ist sehr geeignet, Verständnis für die physiologischen Vorgänge in der Pflanze zu wecken und zu Beobachtungen anzuregen.

Sodann folgt ein Kapitel über praktische Möglichkeiten der Lang- und Kurztagsbehandlung, unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit von Zusatzbeleuchtung. Damit werden theoretische Erkenntnisse auf den Boden der Praxis gestellt.

Auf weiteren 90 Seiten werden nun in alphabetischer Reihenfolge etwa 62 der wichtigsten Zierpflanzen hinsichtlich ihrer Ansprüche gegenüber Temperatur und Licht besprochen. Es wird dabei die ganze Kultur unter diesen Gesichtspunkten beleuchtet. Kulturen, die großen Sortenreichtum aufweisen, wie auch große Unterschiede hinsichtlich der einzelnen Sorten, nehmen einen breiten Raum ein, und werden an Hand von Tabellen erläutert, während andere, bei denen die Verhältnisse einfacher liegen, zurücktreten. In diesem über die Hälfte des Buches einnehmenden Abschnitt findet der Gärtner reichliche Hinweise für die Behandlung seiner Kulturen, zugleich liefern diese Einzelbetrachtungen aber auch vom botanischen Standpunkt aus Anregungen zur Vertiefung des Studiums der Pflanzen in allgemeiner Hinsicht. 51 Abbildungen und 13 Tabellen ergänzen den Text in wertvoller Weise. Druck und Ausstattung des Buches sind sehr gut.

K. W. Müller, Weihenstephan.

Salzer, Ernst H., Pflanzen wachsen ohne Erde. Sammlung „Erlebte Biologie“, Kosmos, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1958. 123 S., 53 Abb. Kart. 5,80 DM.

Nicht für die gärtnerische Großpraxis oder die Wissenschaft ist das vorliegende Bändchen geschrieben, sondern für den bastelfreudigen Klein- und

Balkongärtner. Damit soll der Wert der Arbeit aber keineswegs eingeschränkt werden; denn wir können wohl für jede Erscheinung auf dem Buchmarkt dankbar sein, die den Leser zu einer sinnvollen Beschäftigung mit der lebenden Natur führt, soweit diese Anleitung sorgfältig, richtig und frei von jeder Überschwänglichkeit ist. Diese Voraussetzungen sind in dem Salzer grundsätzlich gegeben. An Hand leicht verständlicher Beschreibungen und klarer Zeichnungen werden Bauanleitungen für verschiedenartige Hydroponik-Kulturen gegeben, werden Balkonkästen, Blumenvitrinen, Ziertöpfe, Blumenkistenbatterien, Rasen- und Blumendachgärten, aber auch Treibbeete und Anlagen für den Garten beschrieben, kurz alles, was sich das Herz des Blumenliebhabers erträumen mag.

Man erfährt das Notwendige und Wesentliche über die Bau- und Funktionsweise der Anlagen, aber auch über die möglichen Substrate, die Art der Nährlösungen und ihre pH- und Konzentrationsprüfungen mit Hilfe eines selbstgebauten Konzentrationszeigers. Der Text ist so ermutigend frisch abgefaßt, daß sicher viele Naturfreunde den zweiten Sonntag der Woche mit dem Basteln und Experimentieren derartiger Hydroponik-Anlagen verbringen werden, und wenn sie daran Freude erhalten, dürfte die Aufgabe des Büchleins voll erfüllt sein.

U. Ruge, Hannover

Sommer, L., und Halbsguth, W., Grundlegende Versuche zur Keimungsphysiologie von Pilzsporen. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen 1957. 90 S. 22,70 DM.

Im vorliegenden Forschungsbericht (Nr. 411) des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen wurden die Keimungsbedingungen der Sporangiosporen von *Phycomyces blakesleanus* Bgff. einer eingehenden Analyse unterzogen. Die Untersuchungen wurden am Botanischen Institut der Universität Frankfurt am Main durchgeführt. In Vorversuchen wurden zunächst Faktoren der technischen Versuchsanstellung, wie Schichthöhe der Nährlösung, Bedeutung der Einsaatdichte, sowie die Keimung in normaler vollständiger Nährlösung und der Einfluß des Sporenalters geprüft. Weiter wurde die Keimungsförderung durch Vorbehandlung der Sporen mit Wärme und verschiedenen chemischen Mitteln (oberflächenaktiven Stoffen, anorganischen und organischen Säuren) untersucht. Der Hauptteil der Arbeit befaßt sich dann mit der Keimung der Sporen in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren des Keimsubstrates und insbesondere mit der Bildung keimungsfördernder Substanzen im Keimsubstrat. Es zeigte sich dabei, daß aus Glucose in Lösung bei Gegenwart von K_2HPO_4 im neutralen Bereich durch den Sterilisationsvorgang (1 Std. bei 110 °C) eine oder mehrere keimungsfördernde Substanzen entstehen, die an Kohle adsorbierbar sind. Organische Säuren (Oxaleissäure, Bernsteinsäure, Milchsäure u. a.) geben nach nur kurzer Hitzebehandlung und zum Teil ohne Hitzebehandlung (Propionsäure, Brenztraubensäure und Essigsäure) den gleichen Effekt, so daß mit der Möglichkeit gerechnet wird, daß eine oder mehrere der geprüften organischen Säuren mit den keimungsfördernden Abbauprodukten der Glucose identisch sind. Die Arbeit stellt einen wertvollen Beitrag zur Physiologie der Sporenkeimung bei Pilzen im allgemeinen dar und bietet zahlreiche Ansatzpunkte für entsprechende Untersuchungen bei höheren Pilzen mit noch unbekannten Keimungsbedingungen. Die im Text zitierte zusammenfassende Arbeit von Lilly und Barnett (1951) über Fragen der Keimungsphysiologie bei Pilzsporen ist im Literaturverzeichnis leider nicht aufgeführt.

Gehring, Berlin-Dahlem.

Personalnachrichten

Unser Mitglied Prof. Dr. Karl Egle, Hamburg, hat einen Ruf auf den Lehrstuhl für Botanik an der Universität Frankfurt (Main) erhalten.

Unser Mitglied Regierungs-Landwirtschaftsrat Dr. Hermann Fischer, Kiel, wurde zum Oberregierungs-Landwirtschaftsrat ernannt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Walter H. Fuchs, Göttingen, wurde zum Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen gewählt.

Unserem Mitglied Prof. Dr. Ernst Klapp, Bonn, wurde von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen die Würde des Doktors der Landbauwissenschaften ehrenhalber verliehen.

Unser Mitglied Prof. Dr. Maximilian Klinkowski, Aschersleben, wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“ in Halle (S.) gewählt.

Unser Mitglied Dr. Jost von Lochow, Frankfurt (Main), wurde zum Geschäftsführer der Pflanzenzucht Abteilung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft ernannt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Hans Lüdecke, Göttingen, wurde zum Vizepräsidenten des Institut International de Recherches Betteravières gewählt.

Unser Mitglied Prof. Richard Maatsch, Hannover-Herrenhausen, wurde zum Dekan der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule Hannover gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Walter Mevius, Hamburg, wurde zum Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Wilhelm Nicolaisen, Hannover-Herrenhausen, wurde zum Vizepräsidenten der CITA (Confédération Internationale des Ingénieurs et Techniciens de l'Agriculture) berufen. Außerdem wurde er zum Mitglied des Internationalen Komitees für die Organisation des von der CITA veranstalteten I. Weltkongresses der Landbauwissenschaftlichen Forschung vom 7.—9. Mai 1959 in Rom ernannt.

Unser Mitglied Dr. Dr. h. c. Oscar Rabbethgè, Einbeck, wurde in das Kuratorium des Max-Planck-Institutes für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut) berufen.

Unser Mitglied Prof. Dr. Bernhard Rademacher, Hohenheim, wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“ in Halle (S.) gewählt. Ferner wurde Prof. Rademacher in die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft neugebildete Kommission für Ernährungswissenschaft berufen.

Unser Mitglied Präsident Prof. Dr. Harald Richter, Berlin-Dahlem, wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher „Leopoldina“ in Halle (S.) gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Heinrich Walter, Hohenheim, hat eine neunmonatige Forschungsreise nach Australien und Neuseeland angetreten, um Fachvorträge zu halten und Untersuchungen in Trockengebieten durchzuführen. Im Oktober wird er in Teheran auf Einladung der UNESCO an einem Symposium über Salzprobleme in Wüstengebieten teilnehmen und

einen einführenden Vortrag über die Anpassung der Pflanzen an Salzböden halten. — Die Universität Helsinki hat ihm eine Universitäts-Medaille verliehen.

Unser Mitglied Prof. Dr. Johanna Westerdijk, Baarn (Holland), wurde zum Ehrendoktor der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus-Liebig-Universität Gießen ernannt.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

Plaut, Dr. M., Professor, (24 a) Hamburg 39, Opitzstraße 18 b.

Radler, Dr. F., Forschungsinstitut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, (22 b) Siebeldingen über Landau (Pfalz).

Wagman, Dr. Frederick, H., Direktor, University of Michigan, Ann Arbor (Michigan) USA.

Anschriftenänderungen

v. Sengbusch, Dr. Reinhold, Honorarprofessor, Direktor der Forschungsstelle für Kulturpflanzenzüchtung der Max-Planck-Gesellschaft, (24 a) Hamburg-Volksdorf, Waldredder 4.

Aus dem Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Direktor: Professor Dr. A. Stählin.

Über die Wege zu einer besseren Befruchtung des Rotklees

Von

Adolf Stählin und Dieter Bommer

Die Versorgung mit hochwertigem Rotkleesaatgut ist eine alte Sorge der deutschen Landwirtschaft. Jährlich müssen die Hälfte bis $\frac{2}{3}$ des Bedarfes durch Importe gedeckt werden. Die Schwierigkeiten, die dabei vielfach durch die geringere Ertragsfähigkeit und mangelnde Widerstandskraft gegen Auswinterung und Krankheiten bei dem Anbau einer großen Zahl ausländischer Sorten und Herkünfte auftreten, sind zur Genüge bekannt.

Der Mangel bodenständiger Rotkleesamenerzeugung ist auf die außerordentliche Unsicherheit der Samenerträge zurückzuführen. Diese Unsicherheit wird in mehr oder weniger starkem Maße von allen Ländern der Erde geteilt, in denen Rotkleesamenbau betrieben wird. Seit Jahrzehnten ist man daher in den verschiedenen Ländern bemüht, die Saatguterzeugung bodenständiger Herkünfte und Sorten zu verbessern, um damit den Anbau dieser wichtigen Futterpflanze zu sichern.

Sehr viele Faktoren sind es, die in ihrem Zusammenwirken den Samenertrag bestimmen. Als einer der wichtigsten ist die Befruchtung anzusehen, zu deren Verbesserung zahlreiche Untersuchungen angestellt worden sind. An Hand der Literatur soll versucht werden, einen Überblick über den Stand der Forschung auf diesem Gebiet zu geben.

Als strenger Fremdbefruchter ist der Rotklee auf die Pollenübertragung von Insekten angewiesen*). Art und Zahl der ein blühendes Rotkleeefeld besuchenden Insekten entscheiden über den Befruchtungserfolg und damit weitgehend auch über den Samenertrag. Von wirtschaftlicher Bedeutung sind, wie aus zahlreichen Untersuchungen feststeht, verschiedene Hummelarten und die Honigbiene.

Befruchtung durch Hummeln

Seit Darwin (23) sind Hummelarten als beste Rotkleebestäuber bekannt. Durch ihren langen Saugrüssel [16,6 mm bei *Bombus hortorum* (12, 118) bis 8,8 mm bei *B. equestris* (12, 30)] sind sie den morphologischen Besonderheiten der Rotkleeblüte mit ihrer 8—10 mm langen Blütenkronröhre (96) am besten angepaßt. Sie können ohne Schwierigkeiten den Nektar am Grunde der Kronröhre erreichen und führen dabei durch Betätigung des Bestäubungsmechanismus (Herunterdrücken des Schiffchens und Heraustreten der Geschlechtssäule bis zur Berührung mit den am Haarkleid der Hummeln haftenden Pollen) die Befruchtung durch. Von den zahlreichen beobach-

*) In Einzelfällen sind zwar Pflanzen mit einer geringen Selbstfertilität aufgefunden worden, aber Züchtungsversuche in dieser Richtung blieben ohne Erfolg, da die selbstfertilen Formen zu starke Inzuchtschäden zeigten (96). Neuestens berichtet Thomas [Agron. J. 47, 487 (1955)] über die Auslese selbstfertiler Rotkleeelinien.

teten Hummelarten werden als beste Rotkleebestäuber *Bombus hortorum*, *distinguendus*, *lapidarius*, *agrorum*, *pratensis* und *silvarum* genannt (11, 57, 96, 109, 112, 129, 132, 135). Die Bedeutung der einzelnen Arten hängt jedoch stark von ihrem Auftreten in den einzelnen Erdteilen und Landschaften ab (109, 112, 129, 135).

Unter den den Rotklee aufsuchenden Hummelarten werden aber auch fast regelmäßig der nektarräubernde *B. terrestris* (7, 57, 67, 70, 86, 96, 112) beobachtet. Stellenweise soll *B. lucorum* in dieser Hinsicht ebenso schädlich oder noch schädlicher sein (57, 70). Diese Arten und zuweilen auch *B. soroeensis* (96) beißen die Kronröhre an der Basis an, um zum Nektar zu gelangen, ohne daß es dabei zur Befruchtung kommen kann. Allerdings wurde *B. terrestris* auch als normaler Bestäuber beobachtet (5, 118). Seine räubernde Tätigkeit soll erst mit fortschreitender Jahreszeit zunehmen (118).

Trotz der vorzüglichen Eignung vieler Hummelarten zur Rotkleebefruchtung ist ihr Auftreten oft zahlenmäßig nicht groß genug (83, 96, 119) bzw. von Jahr zu Jahr stark wechselnd (87, 96), um eine ausreichende Bestäubung zu gewährleisten. Da von den Hummeln nur die Königinnen überwintern, sind die Völker vielfach erst zur Zeit des zweiten Kleeschnittes stark genug, um für die Bestäubung der Samenfelder zu genügen (88, 96, 109). Jedoch wurde auch häufig beobachtet, daß zum ersten Rotkleeaufwuchs das Auftreten der Hummeln ebenso stark oder noch stärker war als zum zweiten (67, 87, 118). Die unterschiedlichen Angaben sind wohl darauf zurückzuführen, daß Überwinterung und Brutentwicklung stark von den jeweiligen Witterungsfaktoren bestimmt werden, so daß empfohlen wird, die Bestimmung des ersten oder zweiten Aufwuchses zur Samengewinnung neben den jeweiligen Feuchtigkeitsverhältnissen vom Auftreten der Hummeln abhängig zu machen (86). Ihr Vorkommen an den einzelnen Standorten ist aber vor allem von den vorhandenen Nistgelegenheiten abhängig (70, 96). Außerdem ist die Blütenstetigkeit der Hummeln weniger ausgeprägt als die der Honigbiene. Sie beflegen Pflanzen mit kurzröhrigen Blüten ebenso gern wie den Rotklee (70, 96).

Versuche zur Hummelvermehrung

Die Erkenntnis des hohen Wertes der langrüsseligen Hummelarten für die Rotkleebefruchtung hat in verschiedenen Ländern Versuche veranlaßt, ihre Zahl und ihr Auftreten zu vermehren. Das klassische Beispiel auf diesem Gebiet ist die Einführung langrüsseliger Hummeln nach Neuseeland vor ca. 75 Jahren (68), da dort keine Hummeln vorkamen und die Bestäubung des ebenfalls nicht einheimischen Rotklee außerordentliche Schwierigkeiten bereitete. Diese Bemühungen waren erfolgreich (10, 18) und haben bis heute angehalten (21).

Da, wie erwähnt, das Auftreten der Hummeln stark von den vorhandenen Nistgelegenheiten abhängig ist, wird allgemein angenommen, daß die Intensivierung der Landwirtschaft, die Flurbereinigung und dgl., die die Zahl der Nistplätze immer mehr vermindern, für den Rückgang der Hummeln verantwortlich sind (116). In manchen Landschaften scheint diese Befürchtung nicht zu bestehen (67); hier werden als begrenzender Faktor die vorhandenen Nahrungsquellen angesehen. In Neuseeland wird aus diesem Grunde für den gestaffelten Anbau von Futterpflanzen zum Aufbau von Hummelvölkern Sorge getragen (84). Jedenfalls bemüht man sich vielfach, für die Erhaltung natürlicher Nistplätze zu sorgen (137) bzw. künstliche Nistplätze zu schaffen. Die Entwicklung der Völker in den künstlichen Nestern war jedoch häufig mangelhaft (40, 38, 114).

Die Aufzucht von Hummelvölkern im Laboratorium ist zwar möglich (39, 56, 91, 114), methodisch aber umständlich und schwierig (13, 132) und anscheinend nur bei bestimmten Arten erfolgreich (132). In Schweden sollen jedoch gute Erfolge mit der Domestikation von Hummeln erzielt worden sein (2).

Andere Empfehlungen gehen dahin, den Klee nur in kleineren Flächen anzusäen (95), um so die Zahl der Hummeln zu konzentrieren. Solche Verhältnisse sind z. B. in vielen kleinbäuerlichen Betrieben Süd- und Mitteldeutschlands gegeben, in denen jeweils nur ein Teil der Rotkleefelder zur Samenernte stehengelassen wird.

Im ganzen muß jedoch festgestellt werden, daß die Möglichkeiten, das Auftreten der Hummeln in genügender Zahl zu sichern, mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sind und durch die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft gehemmt werden.

Befruchtung durch die Honigbiene

Bei der von Jahr zu Jahr und in einzelnen Landstrichen stark wechselnden Zahl an Hummeln hat sich seit der Jahrhundertwende das Interesse für die Eignung der Honigbiene als Rotkleebefruchter verstärkt [vgl. besonders 18 u. 96], da es hierbei möglich ist, durch das Heranbringen der Völker an die Rotkleebestände die Zahl der Insekten nach Wunsch zu vergrößern so daß auch die im Vergleich mit den Hummeln langsamere Arbeitsweise der Bienen (67, 96, 118) durch die größere Zahl ausgeglichen wird. Der Befrucht des Rotkleees durch die Biene ist jedoch von gewissen Voraussetzungen abhängig, da für die Biene mit ihrem relativ kurzen Rüssel der Nektar am Grunde der 8—10 mm langen Blütenröhre nur unter günstigen Umständen erreichbar ist. Daß die Biene jedoch in der Lage ist, die Blüten des Rotkleees zu befruchten, ist vielfach nachgewiesen (ältere Literatur s. 96, ferner 17, 67, 87, 113, 115, 127, 140) und der Erfolg des Pollen- (53, 61, 79, 125) und Nektarsammelns festgestellt worden (42, 52, 123, 141). Der Besuch der Bienen zur Sammlung von Nektar und Pollen ist hauptsächlich von der Höhe des Nektarspiegels in der Kronröhre abhängig (17). Pollensammelnde Bienen sollen zweimal so viel Blüten in der Minute befruchten wie nektarsammelnde (112). Das Verhältnis von pollen- zu nektarsammelnden wechselt sehr stark je nach den Futterbedürfnissen im Stock (112).

Die Bedeutung, die der Bienenbefruchtung in den einzelnen Ländern beigemessen wird, ist zum Teil verschieden. So wird in Anleitungen für den Rotkleeesamenbau in USA die Aufstellung von ein bis mehreren Bienen-völkern pro acre gefordert (64, 108, 136) und in den Weststaaten werden Bienen als wichtigste Rotkleebestäuber bezeichnet (126). Ebenso werden die Bienen in Australien (59), Kanada (115), Dänemark (51, 87, 88), Norwegen (88) und Rußland (140) als Rotkleebestäuber hoch geschätzt. Auch in Schweden (116) und Finnland (88) wird dieser Frage starke Beachtung geschenkt, wenn auch für Finnland bisher zum Teil nur eine geringe Wirkung der Bienen beobachtet worden ist (5, 129, 131). In Deutschland werden in einigen Samenbaugebieten, z. B. im Rheinland, Bienenvölker zu den Samenfeldern gebracht (44), und für ein größeres Gebiet wurde in Honiguntersuchungen an Tausenden von Proben über mehrere Jahre hinweg fast regelmäßig Rotkleepollen in hohem Prozentsatz gefunden (44). Andere Untersuchungsergebnisse sehen jedoch eine Gefahr im Bieneneneinsatz, da dadurch

die wertvolleren Hummeln verdrängt werden. Die Anzahl der Hummeln wird dabei als ausreichend zur Rotkleebestäubung angesehen (67).

Die Beurteilung der Bienen als Bestäuber hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ein sehr wichtiger ist die unterschiedliche Befähigung der einzelnen Bienenrassen auf Grund ihrer Rüssellänge, den Nektar am Grunde der Blütenkronröhre zu erreichen. So wird der gewöhnlichen, braunen, deutschen oder nordischen Biene, *Apis mellifica mellifica*, mit 5,8 bis 6,5 mm Rüssellänge (86), keine oder nur eine geringe Bedeutung für die Rotkleebestäubung beigemessen (42). Dagegen gelten *Apis mellifica carnica*, die Krainer Biene [durchschnittlich 6,6 mm (96)], und *A. mellifica ligustica*, die Italiener Biene [6,24 bis 6,72 mm (96)], als Rotkleenutzer (42). Letztere ist es auch, die in den skandinavischen Ländern (51, 88, 113) und im Rheinland für die Rotkleebestäubung so hoch geschätzt wird. Dagegen wurden die negativen Beobachtungen in Finnland mit der kurzrüsseligen nordischen Biene gemacht. Versuche zur Einbürgerung von Italiener Bienen sind dort im Gange (88). Andere Untersuchungen dagegen zeigten, daß die Anzahl der bestäubten Blüten in der Minute bei Italiener und nordischen Bienen etwa gleich war (113). Die kaukasische Biene, *A. mellifica caucasica* mit durchschnittlich 6,73 mm bis zu 7,5 mm (96) Rüssellänge, gehört zu den Bienenrassen mit den längsten Rüsseln, doch zeigte sie im Bflug von Rotkleeefeldern gegenüber anderen Rassen keinen Unterschied (45, 49) bzw. eine geringere Bestäubungsintensität als die nordischen und Italiener Bienen (113).

Die tatsächliche „Arbeitsrüssellänge“ der Bienen wird auch von ihrer Kopfform bestimmt. So läßt eine keilförmige Ausbildung des Kopfes, wie sie besonders bei den Krainer Bienen gegeben ist (72), die Tiere weiter in die Blumenkronröhre eindringen, als der tatsächlichen Rüssellänge entspricht.

Sehr häufig sind Bienen auch als Nektarräuber beobachtet worden (42, 57, 67, 70, 113, 129). Kurzrüsselige Bienen sollen dabei stärker räubern als langrüsselige (113). Offensichtlich werden sie dazu jedoch nur durch die vorher von Hummeln gebissenen Löcher am Grunde der Blütenröhre verleitet (42). Auf diese Weise kann der Bestäubungserfolg fast vollkommen ausbleiben. Bis zu 75 % der Rotkleeblüten können so ihres Nektars beraubt werden (42). Es wird angenommen, daß allein durch Beseitigung der räubernden Hummelarten der Befruchtungserfolg der Bienen erheblich verbessert werden kann (119). Bei Heranziehen des ersten Aufwuchses zum Samenbau mit Bienenbefruchtung soll ein stärkeres Auftreten der Erdhummel, *Bombus terrestris*, vermieden werden, deren Hauptaktivität zur Zeit des zweiten Aufwuchses liegt (37), und durch Schutzstreifen von *Phaseolus vulgaris* rund um den Rotklee soll es möglich sein, diese Art vom Klee fernzuhalten (7). Auf feuchtem Kleeschlag wurden mehr räubernde Bienen beobachtet als auf trockenem (70). Es ist jedoch nicht sicher, ob die räubernden Hummeln den Bestäubungserfolg der Bienen immer vermindern oder ob nicht durch sie die Bestäubung verbessert wird, dadurch daß die Bienen angelockt werden.

Ein wesentlicher Faktor für die Unsicherheit im Bienenbflug des Rotkleees liegt darin, daß die Bienen durch andere Trachtpflanzen, deren Nektar leichter und sicherer zu erreichen ist, vom Rotklee abgelenkt werden (136). Hierbei spielen andere blühende Kleearten (90), insbesondere Weißklee (51, 139), Luzerne (61, 69), Bastardklee (2) und Steinklee (128), eine große Rolle. Es wird daher z. B. empfohlen, Rotkleesamenbau und Luzernesamenbau nicht in derselben Gegend zu betreiben (61, 69), auch weil die Hummeln durch den Rotklee von der Luzerne weggelockt werden (61). Die geringere Anzahl anderer blühender Pflanzen zur Zeit des zweiten Rotkleeschnittes ist einer der Gründe, den zweiten Aufwuchs zur Samenernte stehenzulassen (96).

Versuche zur Verbesserung der Bienenbefruchtung

Die Schwierigkeiten, die einer Bestäubung des Rotklee durch Bienen im Wege stehen, versucht man durch verschiedene Maßnahmen zu überwinden. Sie lassen sich unter folgenden Gesichtspunkten zusammenfassen: 1. Vermehrung der Anzahl der Bienen durch Aufstellen von Bienenstöcken am oder im Rotkleegebiet, 2. Abrichtung der Bienen auf den Rotklee durch Blüten- und Pollenduftlenkung oder Aussaat von bienenanziehenden Randpflanzen, 3. Erhöhung des Nektarspiegels in den Blüten, insbesondere durch Düngung, 4. Züchtung von Bienen mit längerem Rüssel und 5. Züchtung von Rotkleearten mit kürzerer Blütenröhre und mit höherer Nektarsekretion.

1. Eine wichtige Voraussetzung für einen ausreichenden Bienenbeflug des Rotklee bildet das **Aufstellen von Bienenvölkern** auf oder in der Nähe von Samenfeldern, wie es vielfach empfohlen und mit praktischem Erfolg geübt worden ist. In der Regel werden zwei oder mehr Völker je Hektar als ausreichend angesehen (64, 115, 136). Von praktischer Bedeutung erscheint dabei der Hinweis, daß die Stöcke am besten auf der Hauptflurseite eines Feldes aufzustellen sind, da die Bienen in der vorherrschenden Windrichtung zu arbeiten pflegen (115). Mit zunehmender Entfernung zwischen Rotkleegebiet und Bienenstock sinken die Samenerträge (M a n o c h i n zit. nach 92). Etwa 1000 m werden als Grenz Entfernung angesehen, über die hinaus Befruchtung und Samenerträge stark vermindert werden (79, 110).

Der tatsächliche Bestäubungserfolg indessen ist davon abhängig, wie eifrig die Bienen den Klee selbst zum Pollen- und Nektarsammeln besuchen. In beiden Fällen wird normalerweise eine Befruchtung der Blüte erzielt. Manche Beobachtungen sprechen dafür, daß der Klee den Bienen in der Hauptsache als Pollenpflanze dient (141), andere, daß das Pollensammeln nur als Nebenbeschäftigung bei der Nektarsuche ausgeführt wird (67, 126). Der Rotklee ist wohl immer als gute Pollenpflanze, aber nur in günstigen Jahren als Nektarpflanze anzusehen. In den frühen Blühperioden sollen die pollensammelnden Bienen überwiegen, während später die Zahl der nektarsammelnden zunimmt (111). Obwohl das Pollensammeln in der Regel zu einer wirkungsvollen Bestäubung führt, ist vereinzelt auch beobachtet worden, daß die Bienen Pollen sammeln können, ohne den Blütenmechanismus zu betätigen (85).

2. Da, wie erwähnt, die Bienen andere nektarspendende Pflanzen häufig dem Rotklee vorziehen, sind verschiedene Methoden entwickelt worden, um die Bienen auf den Rotklee abzurichten. Die bekannteste davon ist die sogenannte **D u f t l e n k u n g**, die nach den grundlegenden Untersuchungen v. F r i s c h ' s in Rußland erprobt worden ist. In der gebräuchlichsten Form werden dabei Duftlauge oder frische Blüten mit Zuckerwasser angewandt. (37, 92, 93, 110). Nach tschechischen Untersuchungen soll ein Besprühen der Bienen und des Klee mit einer Zuckerlösung unter Zusatz von Fenchel- oder Anisöl noch wirksamer sein (20). Das Einsprühen des Rotklee mit Honig war ohne Erfolg (79) bzw. verstärkte den Bienenbesuch, aber ohne deutliche Auswirkung auf den Samenertrag (79). Die zahlreichen Untersuchungen scheinen darin über-

einzustimmen, daß durch die Duftlenkung der Beflug der Rotkleefelder durch die Bienen wesentlich verstärkt wird. Auch konnte vielfach eine erhebliche Steigerung der Samenrerträge festgestellt werden (20, 47, 65, 92, 93, 110, 127, 134), denen jedoch auch negative oder weniger befriedigende Ergebnisse gegenüberstehen (35, 36, 37, 82, 130). Trotz Duftlenkung wird eine zusätzliche Bestäubung wohl nur dann erreicht, wenn die nektarsuchenden Bienen auch tatsächlich den Nektar erreichen können (37).

Die Beobachtung, daß duftgelenkte Bienen vermehrt Pollen von Rotklee sammelten (32, 37), veranlaßte zu dem Vorschlag, eine Lenkung durch Verfütterung von Zuckersirup mit Pollen zu versuchen (37), um durch angeregtes Pollensammeln die Bestäubung zu verbessern. Man macht sich dabei die Tatsache zunutze, daß die Bienen auch den für jede Pflanzenart typischen Pollengeruch scharf unterscheiden können (37). Versuche in dieser Richtung blieben bisher ohne Erfolg (18). Der Anteil der pollensammelnden Bienen konnte nicht erhöht werden. Andere Methoden, die Bienen zu verstärktem Pollensammeln zu veranlassen, wie Wegnahme des gesammelten Blütenstaubes (60, 77, 134), zusätzliches Einsetzen von Brut anderer Völker (31) oder Zufütterung von Zucker (112, 120) sind empfohlen worden. Die erste der Methoden ist in Brauchbarkeit und Erfolg zweifelhaft (18), die zweite unwirtschaftlich wegen der zusätzlich als Brutspender benötigten Völker und weil es zweifelhaft ist, ob diese Brut überhaupt aufgezogen werden kann (18). Die zusätzliche Versorgung mit Zucker erhöht zwar die Anzahl der Pollensammlerinnen (112, 120), jedoch erscheint dabei die Wirtschaftlichkeit unsicher.

Die Bienen durch eine für sie attraktivere Pflanzenart auf den Rotklee zu locken, ist in Rußland mit Erfolg versucht worden. Die Rotkleefelder werden mit einer frühen Sorte von *Trifolium ambiguum* M. B. umgeben, der 10–15 Tage vor dem Rotklee blüht. Wenn der Rotklee zur Blüte kommt, wird *T. ambiguum* gemäht und die Bienen sollen den Rotklee dann meist vollständig befruchten (144). Berichte über ähnliche Versuche aus anderen Ländern liegen nicht vor (10). Bei relativ kleinen Feldern und einer Vielzahl blühender Pflanzen wie in England, wird es für zweifelhaft gehalten, ob diese Methode erfolgversprechend ist (18).

3. Das Heranbringen und Abrichten der Bienen auf die Rotkleefelder wird, wie bereits erwähnt, nur dann zu einem verstärktem Beflug und zur Bestäubung führen, wenn die Tiere eine gewisse Nektarausbute erzielen können, abgesehen davon, ob es gelingt, sie überwiegend zum Pollensammeln zu veranlassen. Der Nektar wird in der Rotkleeblüte am Grunde der Kronröhre von Nektarien ausgeschieden. Je nach der Stärke der Sekretion wird er zwischen Blütenwand und Fruchtknoten, der 1 bis 1,5 mm lang ist (67, 96), nach oben gedrückt und kann den Fruchtknoten bedecken oder in günstigsten Fällen über ihn hinaussteigen. Er soll mindestens 1 bis 2 mm über dem Blütenboden stehen (30) und hat in einigen Untersuchungen bei warmem und trockenem Wetter sogar eine Höhe von 5 mm über dem Fruchtknoten erreicht (42, 79). Von anderen Autoren (45, 67) dagegen ist nur selten beobachtet

worden, daß der Nektar über den Fruchtknoten emporgestiegen war. Wenn man berücksichtigt, daß der Bienenkopf bei günstiger Form, z. B. bei der Krainer Rasse (72), etwa 1 mm in die Kronröhre eindringt (45), so ergibt sich, daß bei einer Rüssellänge von 6,5 mm und einer Nektarsteighöhe von 2 mm die Biene den Honig in einer Blütenröhre von 9,5 mm gerade erreichen kann. Mit Erreichen des Nektarspiegels aber wird durch Kapillarität und Adhäsion ein vollständiges Ausaugen ermöglicht (96).

Von der Nektarausbeute hängt nicht nur die Befruchtung, sondern auch die Honigproduktion ab, die für den Imker den Hauptanreiz darstellt, seine Völker zur Rotkleebefruchtung zur Verfügung zu stellen. Eine Reihe von praktischen Beobachtungen und genauere Untersuchungen über mehrere Jahre (37, 42, 51, 52) ergaben in Dänemark und Deutschland bei bestimmten Völkern (meist Italiener und Krainer Bienen) in einzelnen Jahren gute Honigerträge bzw. einen hohen Anteil von Rotkleepollen in den untersuchten Honigproben (53). Allgemeine Großtrachten aus Rotklee scheinen in Deutschland etwa alle 12 Jahre vorzukommen (42). Allerdings kann die Ausbeute trotz Duftlenkung auch nur gering oder völlig negativ sein (37, 67). Der Einsatz von Bienenvölkern zur Rotkleebestäubung stellt also für den Imker ein Risiko dar, bei dem, wie v. F r i s c h sich ausdrückt, der Imker froh sein muß, wenn er keinen Schaden erleidet. Eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Samenbauer und Imker kann dabei nur zustandekommen, wenn der Imker durch vertragliche Vereinbarung ein angemessenes Entgelt in Form einer Pauschale oder durch Beteiligung am Samenmehrertrag bekommt. In Amerika sind in gutem Zusammenwirken zwischen Samenbau und Bienenzucht solche Vereinbarungen üblich (64, 94, 136) und auch in Dänemark sind neuerdings präzise Vertragsunterlagen für die Zusammenarbeit zwischen Samenvermehrern und Imkerverbänden erarbeitet worden (94).

Die Verbesserung der Nektarproduktion erscheint also als ein sehr wichtiges Ziel auf dem Wege zu einer besseren Befruchtung des Rotklee durch die Bienen. Der Nektar ist als ausgeschiedener Phloëmsaft (1, 33, 63, 143) zu betrachten und es wird angenommen, daß seine Sekretion durch eine Stauung des Assimilatstromes im Augenblick des Wachstumsabschlusses des betreffenden Organs erfolgt (34). Die Sekretion hängt von der Bildung der Assimilate und ihrer Leitung ab (22). Förderung und Hemmung der Assimilation wirken sich auf die Nektarbildung aus (63). Sie ist aber, ebenso wie von der Stoffherzeugung in der Pflanze, von Stoffwechselvorgängen in der Blüte bzw. in den Nektarien abhängig (58), so daß die Assimilatbereitstellung durch die grünen Teile der Pflanze nur die substantiellen Voraussetzungen für die Sekretion schafft (63). Die Nektarien fungieren als echte Drüsen mit einem eigenen Stoffwechsel, durch dessen Enzyme die Zusammensetzung des Nektars weitgehend bestimmt wird (34). Die Nektarabsonderung unterliegt einem artgebundenen Tagesrhythmus (8, 63), für den eine wechselweise Sekretion und Resorption des Zuckers angenommen wird (9). Es ist eine starke Abhängigkeit der Nektarabsonderung von äußeren Faktoren festgestellt worden, die anscheinend sowohl mit der

Stoffbildung in der Pflanze als auch mit den innerfloralen Stoffwechselvorgängen zusammenhängt (63). Zwischen Sonneneinstrahlung und Nektarsekretion besteht eine enge Korrelation (108). Ebenso kann die Abhängigkeit der Nektarbildung von der Temperatur als gesichert angesehen werden. Temperaturerhöhungen fördern die Sekretion bis zu einem arteigenen Optimum (46, 63, 66), dessen Höhe von dem präfloralen Wärmemittel mitbestimmt wird (63). Abkühlung und tiefe Temperatur vermindern die Sekretion (63). Die Zuckerkonzentration des Nektars wird von dem je nach Art verschiedenen Xylemanteil bestimmt, der die Nektarien erreicht (1). Sie wird stark von der Luftfeuchtigkeit beeinflusst (9, 63, 104), und die dadurch bedingten Veränderungen überdecken meistens die tatsächlichen Ausscheidungskonzentrationen (58, 63). Bei Pflanzen mit hohem Xylemanteil sollen Transpirationsschwankungen auch die sezernierte Zuckermenge beeinflussen können (63). Die Nektarsekretion solcher Pflanzenarten ist auch stärker von der Bodenfeuchtigkeit abhängig (63). Für die Rotkleenektarien kann man annehmen, daß sie von einem gewissen Anteil an Xylemsträngen erreicht werden, da ihr sezernierter Nektar von niedriger Konzentration ist (21) und für den Rotklee eine starke Abhängigkeit der Sekretion von der Bodenfeuchtigkeit nachgewiesen worden ist (28, 30).

Die Witterungsfaktoren, die die Nektarbildung und -konzentration variieren, entziehen sich weitgehend einer Beeinflussung durch den Menschen. Immerhin können bei der Auswahl von Standorten zur Rotkleeamenerzeugung Temperatur und Sonneneinstrahlung eine gewisse Berücksichtigung erfahren, indem aus langjährigen Klimabeobachtungen die Landstriche für den Rotkleeamenerbau empfohlen werden, die in der Zeit der Vorblüten-, Blüten- und Samenentwicklung am ehesten warmes und sonniges Wetter erwarten lassen, wie dies (73) für Schleswig-Holstein geschehen ist. Ebenso ist eine nicht zu geringe Luftfeuchtigkeit erwünscht, da durch diese die Höhe des Nektars in der Kronröhre beeinflusst wird (9). Während der Blüte sollen die Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag in England der einzige ungünstige Faktor sein, während in Reife- und Erntezeit Gesamtniederschlag und Sonnenscheindauer im entgegengesetzten Sinne mit dem Samenertrag eng korreliert gewesen sind (57). Außerdem kann dabei die Auswahl milder Böden, die sich leicht erwärmen, von Vorteil sein (73).

Bei sonnig warmer Witterung ist der Bodenfeuchtigkeit besondere Beachtung zu schenken, die, wie erwähnt, eine weitere Voraussetzung für die Nektarsekretion und darüber hinaus für gute Samenernten (30, 62, 127) bildet. Bei einer Bodenfeuchtigkeit von 45–75 % soll der meiste Nektar sezerniert werden, während der höchste Grünmassenertrag bei 75 bis 90 % erzielt wird (46). In Kalifornien wird empfohlen, den Samenrotklee 4- bis 16mal zu bewässern (108). Beregnung soll dagegen weniger günstig wirken, da sie den Mehлтаubefall fördert und die Blütenköpfe zerstört (108). Jedoch sind dabei sicher der Zeitpunkt der Beregnung, die Tropfengröße und die Intensität des Kunstregens zu berücksichtigen. Jedenfalls scheint trotz dieses negativen Befundes der

Einsatz der Beregnung im Rotkleeamenbau in bestimmten Jahren einer eingehenden Prüfung wert zu sein.

Der Standortsfaktor, der vom Menschen am leichtesten gehandhabt werden kann, ist bekanntlich die Nährstoffversorgung. Es ist deshalb naheliegend, durch Düngungsmaßnahmen zu versuchen, die Nektarsekretion zu beeinflussen. Für einen ertragreichen Kleesamenbau ist selbstverständlich, wie bei anderen Kulturpflanzen, eine angemessene Versorgung mit den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphorsäure und Kali notwendig (24, 104, 136). Die N-Versorgung beim Rotklee ist in den meisten Fällen wohl durch die stickstoffbindende Tätigkeit der Knöllchenbakterien gewährleistet.

Vor etwa drei Jahrzehnten berichteten russische und deutsche Autoren von einer Förderung der Nektarsekretion bei einseitig mit K und P K gedüngten Buchweizen-, Sommerraps- und Rotkleepflanzen (28, 30, 80, 133). Es wurden dabei Nektarmenge (28, 80, 133) und Zuckermenge (28) sowie der Bienenbeflug (80, 133) gesteigert. Die Versuche waren meist nach dem einfachen Prinzip des Mangelversuches angelegt, d. h. der Vergleich ungedüngter Pflanzen mit Düngungen von Einzelnährstoffen und Kombinationen von zwei oder drei Nährstoffen. Neuere Untersuchungen nach dem gleichen Prinzip konnten für K, P und N keine Förderung der Nektarsekretion feststellen (22, 67, 101, 102, 122). Versuchspflanzen waren dabei meistens Rotklee, aber auch Luzerne, Raps und verschiedene Beerensträucher. Versuche in Dänemark zeigten sogar eine Abnahme der Nektarmenge durch Kalidüngung (122). Vielfach konnten dagegen durch die Düngung eine Verstärkung des Wachstums (101, 102, 122) und eine Verbesserung im Blütenansatz (101, 102) festgestellt werden. Eine Erhöhung des Samenertrages trat ein, obwohl die Nektarmenge und Nektarhöhe verringert und die Blütenkronröhren verlängert worden waren (122).

Demgegenüber stehen Ergebnisse, daß Kalimangel ein deutliches Absinken der Nektarsekretion bewirkte (bei Sommerraps) und die Pflanzen trotz relativ reichen Blütenansatzes wenig Samen ausbildeten (55), sowie, daß stark erhöhte Kalidüngung (bis 400 kg K_2O /ha) zu Rotklee bei normaler Phosphatgrunddüngung auf mit Kali gut versorgten Böden eine Steigerung der Nektarsekretion (43) und eine wesentliche Erhöhung der Samenernten (74, 75, 76) zur Folge hatte. Auch Phosphatdüngung allein erhöhte bei Ackerbohne und Weißklee den Nektarertrag und den Bienenbeflug (zit. n. 107). Blattdüngung zu Blühbeginn und zur Hauptblüte erbrachte eine Steigerung der Nektarsekretion, des Samenansatzes und des Samengewichtes durch alle drei Hauptnährstoffe, durch P höher als durch N und K, am meisten aber durch N P K (117).

Die exaktesten Untersuchungen sind in jüngster Zeit von R y l e (97, 98) in England und S h u e l (106, 107) in Kanada zu diesem Problem gemacht worden. Sie prüften insbesondere Rotklee neben anderen Pflanzen in Gefäßversuchen bei verschiedenem Verhältnis der drei Hauptnährstoffe auf Pflanzenwachstum, Nährstoffaufnahme und Nektarsekretion. Übereinstimmend wird von beiden Autoren, die mit verklontem Rotklee-material gearbeitet haben, festgestellt, daß die Unterschiede in der

Nektarproduktion zwischen einzelnen Klonen wesentlich größer sind als die durch die Düngung hervorgerufenen. Eine Beeinflussung der Nektarsekretion konnte durch alle drei Hauptnährstoffe eintreten. Die positive Wirkung des Kaliums war bei niedriger und mäßiger Phosphatversorgung am stärksten. Allgemein kann in Übereinstimmung mit den gleichzeitigen Untersuchungen an Obstbäumen, Senf, Löwenmäulchen und Buchweizen festgestellt werden, daß eine genügende Kaliversorgung für eine gute Nektarsekretion unerläßlich ist. Die Wirkung der Düngung auf die Nektarsekretion hängt davon ab, wie stark durch sie das vegetative Wachstum, die Blütenproduktion oder die Blühschnelligkeit beeinflußt werden. So gibt S h u e l (107) für Löwenmaul und Rotklee an, daß die Nektarsekretion durch eine Kaligabe begünstigt wird, die kleiner ist als für maximales Wachstum notwendig, und durch eine Phosphatgabe, die kleiner ist als zur maximalen Blütenproduktion erforderlich. Uppiges Wachstum während der Blühperiode vermindert den Nektarertrag pro Blüte. Das ist besonders wichtig im Hinblick auf die N-Versorgung der Pflanzen. Eine niedrige N-Versorgung scheint die Nektarsekretion zu begünstigen (97, 106). Für die Wirkung des Kaliums ist wichtig, daß es die Nektarkonzentration vermindert (107), was wohl in Übereinstimmung mit älteren Untersuchungen (28) auf eine Verstärkung der Wassersekretion zurückzuführen ist. Wieweit hierbei allerdings auch das im verwendeten Kaliumchlorid enthaltene Chlorid-Anion von Bedeutung ist, kann aus den angeführten Arbeiten nicht beantwortet werden.

Die Nektarproduktion pro Pflanze wurde sowohl durch Änderungen in der Nektarsekretion wie durch Unterschiede in der Blütenproduktion bedingt. Geringe Phosphatgaben begrenzten die Blütenbildung und hohe verminderten die Nektarsekretion. Niedrige Kaligaben dagegen begrenzten die Sekretion und sehr hohe verminderten die Blütenbildung (107).

In den Untersuchungen von S h u e l und R y l e ergibt sich offensichtlich eine Abhängigkeit der Nektar- und Zuckersekretion von den jeweiligen Nährstoffverhältnissen. Aus dem vorliegenden Material lassen sich aber noch keine klaren Ergebnisse in dieser Richtung herauschälen, wenn auch ein erweitertes P : K-Verhältnis für gute Sekretionsleistung wichtig zu sein scheint. Um zu einem klaren Zusammenhang zwischen Nährstoffverhältnis und Nektarsekretion zu kommen, erscheint 1. die Berücksichtigung von vegetativem und generativem Wachstum, 2. die Prüfung einer evtl. Verschiebung der Nährstoffverhältnisse bei unterschiedlichem Niveau eines Hauptnährstoffes und 3. die Beachtung der Abhängigkeit von weiteren physiologisch wichtigen Kat- und Anionen unerläßlich. So deuten die Ergebnisse von R y l e und S h u e l darauf hin, daß Magnesiummangel Nektarsekretion und Wachstum bei hoher Phosphat- und Kaliversorgung hemmen kann. Dagegen fanden H a s l e r und M a u r i z i o keinen Einfluß von Mg auf Menge und Zuckergehalt des abgesonderten Nektars (55). Mg scheint durch Förderung der Phosphataseaktivität der Nektarbildung förderlich zu sein (142), wobei das Mg : Ca-Verhältnis für wichtig gehalten wird. Bor scheint keinen Einfluß auf die Nektarsekretion zu haben (54, 55), wogegen seine Bedeutung für Befruchtung und Samen-

ansatz nachgewiesen ist (54, 57, 71, 117). Inwieweit Chlorid, dessen Überschuß in der Kalidüngung einen Depressionseffekt auf die Samenproduktion ausgeübt hat (24), die Nektarsekretion beeinflusst, muß nachgeprüft werden, da es das Verhältnis der reduzierenden zu den nichtreduzierenden Zuckern in der Pflanze zugunsten der letzteren verschieben kann (14).

Große Bedeutung für die Nektarsekretion wird in allen Untersuchungen dem Stickstoff-Kohlenhydratverhältnis in der Pflanze beigemessen. Als Arbeitshypothese wird allgemein angenommen, daß je stärker die Eiweißbildung ist, desto weniger überschüssige Kohlenhydrate für die Nektarausscheidung verbleiben (58), und viele Ergebnisse sprechen für die Richtigkeit dieser Annahme.

Daß der Kaliumversorgung der Pflanzen bei diesem Problem seither soviel Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, erscheint durchaus berechtigt, da die Bedeutung des Kaliums für die Photosynthese gesichert erscheint (nach den Arbeiten von P i r s o n und Mitarbeitern, s. 15), und seine Einwirkung auf eine Erhöhung der Kohlenhydratbildung in zahlreichen Untersuchungen immer wieder nachgewiesen worden ist (99). Hierbei kann die Erhöhung des Kohlenhydratspiegels nicht nur über eine Verbesserung der Photosynthese gehen, sondern auch eine sparsamere Veratmung eine Rolle spielen, da Kalium als respirationshemmend erkannt worden ist (16, 99). Die vermehrte Wasserabscheidung im Nektar durch Kalidüngung ist vermutlich mit der Rolle des quellend wirkenden K-Ions im Wasserhaushalt der Pflanze, die sich bekanntlich in einer Erhöhung der Hydratation der Plasmakolloide zeigt, in Verbindung zu bringen. Andererseits wird aus der Beeinflussung der sezernierten Zuckermenge durch die Bodenfeuchtigkeit auf Zusammenhänge zwischen dem Hydraturzustand der Pflanze, der Assimilation und der Nektarsekretion geschlossen (63), so daß man auch an eine Beeinflussung der Zuckerabscheidung durch Kalium über die Hydratation denken kann.

Wenn auch die Befunde von R y l e in Feldversuchen nicht bestätigt werden konnten (19), scheinen die vorliegenden Ergebnisse doch den Schluß zu erlauben, daß es möglich ist, durch Einhaltung bestimmter Nährstoffverhältnisse in der Düngung die Nektarsekretion des Rotklee günstiger zu gestalten. Die Sekretion erscheint dabei jedoch begrenzt durch die von dem innerfloralen Stoffwechsel gesteuerten Nektarien (63), die durch Mineralstoffe nicht zu gesteigerter Tätigkeit angeregt werden sollen (22). Die erwähnte Bedeutung von Magnesium für enzymatische Stoffwechselvorgänge der Nektarien und der auffallend hohe Kaliumgehalt der Blüten (99) lassen es jedoch nicht als ganz ausgeschlossen erscheinen, daß Mineralstoffe auch die innerfloralen Stoffwechselvorgänge beeinflussen. Die widersprechenden Ergebnisse und die relativ wenigen exakten Untersuchungen machen es im Hinblick auf eine mögliche Förderung des Befruchtungserfolges erforderlich, die Frage der Beeinflussung der Nektarsekretion durch die Düngung noch eingehender zu untersuchen.

4. Ein weiteres Ziel auf dem Wege zu einer besseren Rotkleebe-fruchtung ist die züchterische Anpassung von Biene und

Rotklee aneinander. Das Hauptzuchtziel bei der Biene ist eine leistungsfähige Rasse mit langem Rüssel zu erhalten (42, 96). Die Unterschiede einzelner Bienenrassen in ihrer Rüssellänge wurden bereits erwähnt. Kreuzungen zwischen *Apis mellifica ligustica* und *A. mellifica mellifica* werden angestrebt, um die Widerstandsfähigkeit der letzteren mit dem längeren Rüssel der ersteren zu verbinden (7, 109). Allerdings soll es schwierig sein, die Kreuzungen rein zu halten (37). Auch durch bestimmte Aufzuchtmaßnahmen soll es möglich sein, Bienen mit längerem Rüssel zu erzielen (7). In den skandinavischen Ländern (121), in Deutschland (42), Holland (7) und Rußland (50) gelten die langrüsseligen Bienen im allgemeinen als bessere Rotkleebestäuber als kurzrüsselige, wenn auch teilweise gleichwertige oder umgekehrte Bestäubungseffekte erzielt worden sind (45, 49, 103, 113). In Nordamerika wird dieser Frage offensichtlich keine Bedeutung beigemessen (10). Bei dem beträchtlichen Unterschied zwischen dem längsten Bienenrüssel und den längsten Blütenkronröhren des Rotkleees wird es für unwahrscheinlich gehalten, eine Bienenrasse mit so langem Rüssel auszulesen, für die der Rotklee wirklich anziehend ist (18).

5. Die zweite Möglichkeit der Anpassung zwischen Biene und Pflanze ist die züchterische Veränderung des Rotkleees. Am ältesten sind die Versuche, einen Rotklee mit kurzer Blütenkronröhre zu züchten.

Die Kronröhre beim Rotklee ist einer großen Variabilität unterworfen, die wesentlich größer ist als die des Bienenrüssels (41, 96). Sie wird offensichtlich in gewissem Maße von Umweltbedingungen und dem Entwicklungsstadium der Pflanzen beeinflusst. So soll heißes und trockenes Wetter die Ausbildung kürzerer Blüten bewirken (3, 96); nach anderen Angaben allerdings soll diese Korrelation nicht bestehen (42). Auch die Ausbildung kürzerer Blüten beim zweiten Aufwuchs, die häufig beobachtet worden ist (4, 26, 67, 87, 96), soll nach anderen Untersuchungen nicht gegeben sein (96). Modifikative Änderungen der Blütenkronröhre sind jedoch sicher anzunehmen. So scheint üppiges Wachstum auch längere Blütenkronröhren zu bewirken (122), kümmerliches sie zu verkürzen (7, 72). Ferner wird angenommen, daß die Röhrenlänge mit dem Grad der Verzweigung, an denen die Blütenköpfe gebildet werden, abfällt (67), da gegen Ende der Blütezeit eine Verkürzung der Kronröhre festgestellt worden ist. Auch innerhalb eines Köpfchens sind die Längen bereits unterschiedlich.

Als erster hat wohl L i n d h a r d (78) in Dänemark einen weißblühenden Rotklee mit genetisch fixierter kürzerer Blütenröhre ausgelesen, der auch besser von Bienen beflogen wurde und höhere Samenerträge aufwies. Sein vegetatives Wachstum war jedoch zu gering, als daß er sich als Futterpflanze hätte durchsetzen können (42). Auch aus Amerika (25), Rußland (70), Norwegen (88) und Ungarn (42) wird von kurzröhrigen Formen berichtet. In Schweden wurden unter einer großen Zahl von Rotkleeestämmen solche mit weiterer und kürzerer Blütenröhre aufgefunden, die in Prüfungen auch im Bienenbesuch und Samenertrag anderen Stämmen überlegen waren (2). An der Weiterzüchtung dieser Formen wird

gearbeitet (4, 88). In dänischen Untersuchungen ergaben sich für Spätkleeformen kürzere Kronröhren als für Frühlklee (2). Durch röntgen-induzierte Mutationen wurde in Deutschland eine kurzröhrige, weißblühende Rotkleepflanze erhalten, die als Ausgangsmaterial einer Züchtung kurzröhriger Sorten dienen soll (13, 100). Entscheidend für die Brauchbarkeit kurzröhriger Rotkleeformen ist aber neben der verbesserten Befruchtung, ob es gelingt, Kurzröhrigkeit mit guter Futterleistung zu verbinden, da die kurze Kronröhre mit geringem Massenwuchs gekoppelt sein soll (96). Das Auftreten spaltblütiger Formen, die diese negative Koppelung anscheinend nicht besitzen und deren Blüte den Bienen völlig zugänglich ist, wird außer in einigen älteren Angaben (30.89) nicht mehr erwähnt. Vielleicht wäre hier ein Weg, zu Honigkleeformen zu gelangen, ähnlich wie sie die nahverwandte Gattung *Melilotus* aufweist, deren Kronblätter weder mit der Staubblattsäule noch unter sich verwachsen sind.

Bei allen Bemühungen um eine Verkürzung der Blütenkronröhre erscheint es jedoch nicht unbedingt sicher, ob dadurch auch tatsächlich ein besserer Bestäubungserfolg gewährleistet wird. Die Nektarsteighöhe war bei kurzröhrigem Rotklee geringer als bei langröhrigem (29), was den Vorteil der kurzen Röhre wieder zunichte machen kann. Allerdings zeichneten sich der Lindhardsche und der von Fleischmann in Ungarn ausgelesene Klee durch besonderes gutes Honigen aus (42), da anscheinend eine Koppelung zwischen heller Blütenfarbe und Nektarsekretion besteht (96). So wurden auch mit kurzröhrigem Klee bessere Beflugs- und Samenergebnisse erzielt (2, 70): dagegen waren in amerikanischen und kanadischen Untersuchungen die kurzröhrigen Sorten nicht besser oder sogar schlechter als langröhrige (6, 124, 138). Es wird wohl nicht ganz mit Unrecht davor gewarnt, die Lösung des Problems der Rotkleebestäubung nur von den Rüssel- und Kronröhrenlängen her zu sehen (96).

Hoffnungsvoller dagegen erscheint die Erkenntnis, daß für die Höhe der Nektarsekretion beim Rotklee erhebliche genotypische Unterschiede bestehen (98, 105). Auch der Wiesenrotklee soll reichlicher honigen als der Ackerrotklee (27). Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Sorten mit stärkerer Nektarsekretion zu selektieren und sie damit für den Bienenbeflug geeigneter zu machen. Nektarertrag und Pflanzengewicht sind dabei nicht umgekehrt korreliert, so daß es möglich erscheint, hohe Nektarerträge mit hohen Grünmassenleistungen zu verbinden (98). Von äußeren Pflanzenmerkmalen, die mit guter Nektarsekretion gekoppelt sind, wird außer der Hellblütigkeit (96) die rote Farbe der Adern an den Nebenblättchen als brauchbar genannt (98), wobei diese Angaben jedoch erst durch die Untersuchung eines großen formenreichen Pflanzenmaterials gesichert werden müssen. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang auch, daß bei tetraploidem Rotklee eine wesentlich stärkere Nektarsekretion und höhere Zuckermenge pro Blüte gefunden worden ist als bei diploidem, so daß trotz geringerer Blütenzahl pro Pflanze der Tetraploiden die Nektarproduktion pro Pflanze erhöht war. Die Zucker-

konzentration allerdings war vermindert (81). Als Auslesemethode für besser von Bienen nutzbare Rotkleeestämme sei die Beobachtung des tatsächlichen Bienenbesuches und des Befruchtungserfolges im Samenansatz erwähnt, die den Gesamtkomplex der besseren Nutzbarkeit durch die Biene (Röhrenlänge, Röhrenweite, Nektarbildung) einschließt und in Schweden mit Erfolg angewandt wird (2).

Schlußwort

Die Bemühungen um eine bessere Befruchtung des Rotkleees zur Sicherung seiner Samenproduktion dauern nun schon über ein halbes Jahrhundert an. Wenn die erzielten Erfolge bisher auch nur gering sind, hat die eingehende Erforschung der zahlreichen Faktoren, die die Befruchtung beeinflussen, einige Wege aufzeigen können, auf denen wenigstens ein Teilerfolg zu erhoffen ist. So müssen brauchbare Bienenrassen in allen Gegenden, in denen die Hummeln zahlenmäßig nicht ausreichen, zur Bestäubung herangezogen werden. Ihr Einsatz, evtl. mit Hilfe von Duftlenkung, sollte durch entsprechende Vereinbarungen zwischen Samenbauern und Imkern geregelt werden. Untersuchungen über die Beeinflussung der Nektarsekretion, insbesondere durch die Düngung, sollten weitergeführt werden, da eine gute Nektarbildung den Bienenbesuch des Rotkleees entscheidend beeinflußt. Dagegen erscheint die Züchtung von Bienenrassen mit längerem Rüssel als wenig aussichtsreich. Die Züchtung eines „Bienenrotkleees“ muß eine hohe Futterleistung mit den Eigenschaften für einen besseren Bienenbeflug und damit für höhere Samen-erträge verbinden. Hierbei kann die Auslese auf stärkere Nektarsekretion ein wichtiges Hilfsmittel sein.

Abschließend muß jedoch nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Befruchtung nur ein Faktor ist, wenn auch ein sehr wichtiger, der die Samenproduktion beeinflußt.

Literatur

1. Agthe, C.: Über die physiologische Herkunft des Pflanzennektars. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **61**, 240—273, 1951.
2. Åkerberg, E.: Factors in obtaining high yields of legume seed. Proc. 6. Intern. Grassland Congr., 827—834, 1952.
3. Åkerberg, E.: Blombiologien hos rödklöver och pollineringen. Meddelande Nr. o 2, Från Sver. Fröodlareförbund, 16—33, 1953.
4. Åkerberg, E., Binnefors, S. and Lesins, K.: Sver. Utsädesför. Tidskr. **3**, 1—29, 1947, zit. Nr. 10.
5. Anonym: Klöverbefructning och höstrybs. Aktuella spormål på Lantbruksförsöksanstalten, Änäs. Tidskr. Lantm. **29**, 140—141, 1947.
6. Armstrong, J. M. and Jamieson, C. A.: Cross pollination of red clover by honey bees. Sci. Agric. **20**, 574—585, 1940.
7. Bennett, P., Gillard, A. u. Brande, J. vanden: Bijdrage tot de studie van de zaadsetting bij rode kløver (*Trifolium pratense* L.) in verband met de zaadproductie. Med. Landb. Hogesch. Gent **13**, 297—346, 1948.
8. Bengtsson, S.: Nectar. Bee World **34**, 106—116, 128—136, 156—162, 1953.

9. Boetius, J.: Über den Verlauf der Nektarabsonderung einiger Blütenpflanzen. Beih. Schweiz. Bienenztg. **2**, 257—317, 1948.
10. Bohart, G. E.: Pollination of alfalfa and red clover. Ann. Rev. Ent., Palo Alto U.S.A. **2**, 355—380, 1957.
11. Brian, A. D.: The pollen collected by bumble bees. J. Anim. Ecol. **20**, 191—194, 1951.
12. Brian, A. D.: The foraging of bumble bees. Bee World **35**, 61—67, 81—91, 1954.
13. Bruns, A.: Die Auslösung von Mutationen durch Röntgenbestrahlung ruhender Samen von *Trifolium pratense*. Angew. Bot. **28**, 120—155, 1954.
14. Buchner, A.: Beitrag zur Frage der Chlorionenwirkung auf den Kohlenhydratstoffwechsel unserer Kulturpflanzen. Z. Pflanzenern., Düng. Bodenk. **52**, 225—242, 1951.
15. Burström, H.: Mineralstoffwechsel. Fortschr. Bot. **15**, 290—312, 1952.
16. Burström, H.: Mineralstoffwechsel. Fortschr. Bot. **19**, 220—234, 1956.
17. Butler, C. G.: A study of frequency with which honeybees visit red clover (*Trifolium pratense*), together with an examination of the environmental conditions. Ann. appl. Biol. **28**, 125—134, 1941.
18. Butler, C. G., Free, J. B., and Simpson, J.: Some problems of red clover pollination. Ann. appl. Biol. **44**, 664—669, 1956.
19. Carlisle, E., and Ryle, M.: The influence of nitrogen, phosphate, potash, and lime on the secretion of nectar by red clover in the field. Emp. J. exp. Agric. **23**, 126—130, 1955.
20. Cumakov, V.: (Aromatic oils for inducing hive-bees to pollinate *Trifolium pratense*.) Zashch. Zemed. **5**, 747—754, 1955, ref. Herb. Abstr. **26**, 136, 1956.
21. Cumber, R. A.: Some aspects of the biology and ecology of humblebees bearing upon the yields of red clover in New Zealand. N. Z. J. Sci. Technol. **34**, Sect. B, 227—240, 1953.
22. Czarnowski, C. V.: Untersuchungen zur Frage der Nektarabsonderung. Arch. Geflügelzucht u. Kleintierkd. H. 1, 23—44, 1952.
23. Darwin, Ch.: The origin of species. Murray, London 1886.
24. Dmitriev, K. A.: (The role of supplementary nutrients for the increase of red clover seed yield). Vest. sel'skhoz. Nauk. Kormodobyvanie No. 2, 38—44, 1941, ref. Herb. Abstr. **14**: 209, 1944.
25. Dobrowsky, T. D.: Der Zofka-Rotklee in Amerika. Bule Apicuri-dor **6**, 174, 1939, zit. Nr. 42.
26. Dunham, W. E.: Ohio Farm and Home Res., 44—45, 1955, zit. Nr. 10.
27. Ewert, R.: Die Nektarien in ihrer Bedeutung für Bienenzucht und Landwirtschaft. Verl. Leipz. Bienenztg., Leipzig 1932.
28. Ewert, R.: Die Förderung der Nektarausscheidung bei Raps, Buchweizen und Rotklee durch Kalidüngung. Dtsch. Imkerführer **9**, 63—66, 1935.
29. Ewert, R.: Das Honigen des Rotklee. Dtsch. Imkerführer **10**, 24—33, 1936.
30. Ewert, R.: Die Honigbiene als wichtigste Helferin im Frucht- und Samenbau. Verl. Leipz. Bienenztg., Leipzig 1940.
31. Filmer, R. S.: Brood area and colony size as factors in activity of pollination units. J. econ. Ent. **25**, 336—343, 1932.

32. Firsov, J. G.: Die Dressur der Bienen auf Rotklee. Dtsch. Imkerztg. **1**, 238—241, 1951.
33. Frey-Wyssling, A., u. Agthe, C.: Nektar ist ausgeschiedener Phloëmsaft. Verh. schweiz. naturforsch. Ges. **4**, 175—176, 1950.
34. Frey-Wyssling, A., Zimmermann, M., u. Maurizio, A.: Über den enzymatischen Zuckerumbau in Nektarien. *Experientia* **10**, 490—491, 1953.
35. Frisch, K. v.: Versuche über die Lenkung des Bienenfluges durch Duftstoffe. *Naturwiss.* **31**, 445—460, 1943.
36. Frisch, K. v.: Die Sprache der Bienen und ihre Nutzenanwendung in der Landwirtschaft, *Experientia* **2**, 397—404, 1946.
37. Frisch, K. v.: Duftgelenkte Bienen im Dienste der Landwirtschaft und Imkerei. Springer, Wien 1947.
38. Frison, T. H.: Experiments in attracting queen bumble-bees to artificial domiciles. *J. econ. Ent.* **19**, 149—155, 1926.
39. Frison, T. H.: Experiments in rearing colonies of bumble-bees in artificial nests. *Biol. Bull. Woods Hole* **52**, 51—67, 1927.
40. Fyl, R. F., and Medler, J. T.: Field domiciles for bumble-bees. *J. econ. Ent.* **47**, 672—676, 1954.
41. Goetze, G.: Der augenblickliche Stand der Frage einer Rotklee-befruchtung durch die Honigbiene. *Züchter* **3**, 74—82, 1931.
42. Goetze, G.: Versuche zur Ausnutzung des Rotklees durch die Honigbiene. *Beitr. Agrarwissensch. Landbuch-Verl., Hannover* 1948, II, 35—49.
43. Goetze, G.: Eine bienenkundliche Studienfahrt durch Schleswig-Holstein. *Bienenzucht* **8**, 340—344, 1955.
44. Gontarski, H.: Mündl. Mittlg., Giessen 1957.
45. Gubin, A. F.: (Der Rotklee und die kaukasische Biene). Versuchs-bienenstand Nr. 5 u. 6, 1928, ref. Dtsch. Landw. Rdsch. **3**, 531, 1929.
46. Gubin, A. F.: Bestäubung und Erhöhung der Samenernte bei Rotklee, *Trifolium pratense* L., mit Hilfe der Bienen. *Arch. Bienenkunde* **17**, 209—263, 1936.
47. Gubin, A. F.: *Pchelovodstvo* (6), 31, 1939, zit. Nr. 35.
49. Gubin, A. F.: (Pollination of plants and management of bees during summer activity.) *Trudy Timirjazev sel'skchoz. Akad.* No. 33, 1946, ref. Herb. Abstr. **17**: 1103, 1947.
50. Gubin, A. F.: *Medomosnye pchely i opylemie kransogo klevert.* Moskva Sci-Rhozgiz. Moscow, USSR, 1947, zit. Nr. 10.
51. Hammer, O.: Er Bierne parat? *Ugeskr. Landm.* **92**, 387—389, 1947.
52. Hammer, O.: Investigations of the nectar-flow of red clover. *Oikos* **1**, 34—47, 1949.
53. Hammer, O., Jørgensen, E. G., og Mikkelsen, V. M.: Studier over Danske Honningprøvers indhold af Blomsterstøv. *Tidsskr. Plan-teavl* **52**, 293—352, 1948.
54. Hasler, A., u. Maurizio, A.: Die Wirkung von Bor auf Samenansatz und Nektarsekretion bei Raps (*Brassica Napus* L.). *Phytopathol. Z.* **15**, 193—207, 1949.

55. Hasler, A., u. Maurizio, A.: Über den Einfluß verschiedener Nährstoffe auf Blütenansatz, Nektarsekretion und Samenertrag von honigenden Pflanzen, speziell von Sommerraps. Schweiz. Landw. Mh. **28**, 201—211, 1950.
56. Hasselroth, T.B.: A new method for starting bumblebee colonies. Agric. J. **44**, 218—219, 1952.
57. Hawkins, R.P.: A preliminary survey of red clover seed production. Ann. appl. Biol. **44**, 657—664, 1956.
58. Helder, R. J.: The excretion of carbohydrates (nectaries). In Ruhland, W.: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958, Bd. 6, 978—990.
59. Hills, K.L.: Red clover seed production at Moss Vale, N.S.W. J. Cam. Sci. industr. Res. Aust. **14**, 249—252, 1941, ref. Herb. Abstr. **12**: 1170, 1942.
60. Hirschfelder, H.: Quantitative Untersuchungen zum Polleneintragen der Bienenvölker. Z. Bienenforsch. **1**, 67—77, 1951.
61. Hobbs, G. A. and Peake, R. W.: Attractiveness of alfalfa and red clover as sources of nectar and pollen to honey, bumble and leaf-cutter bees. Rep. 15. Alfalfa Improvement Conf. 1956, 37—38.
62. Hollowell, E. A.: Influence of atmospheric and soil moisture upon seed setting in red clover. J. Agr. Res. **39**, 229—247, 1929.
63. Huber, H.: Die Abhängigkeit der Nektarsekretion von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit. Planta **48**, 47—98, 1956/57.
64. Jones, L. G., Bunnelle, R. R., Osterli, V. P., and Reed, A. D.: Red clover seed production. California Agric. Exp. Stat., Circular 432, 1953.
65. Kapustin, A.: Pchelovodstvo (8, 9), 37—38, 1938, zit. Nr. 35.
66. Kenoyer, L. A.: Environmental influence on nectar secretion. Bot. Gaz. **63**, 249—265, 1917.
67. Kising, N.: Untersuchungen über den Rotkleesamenbau unter besonderer Berücksichtigung des Ansatzes. Z. Acker- u. Pflbau. **91**, 65—119, 1949.
68. Knuth, P.: Handbuch der Blütenbiologie. Engelmann, Leipzig 1898, Bd. 2, 1. Teil.
69. Kratochvíl, J.: Které druhy hmyzu jsou vlastními opylovači jetele červeného a vojtkěšky. Věstn. čsl. Akad. Zeměd. **22**, 154—157, 1948, ref. Herb. Abstr. **18**: 901, 1948.
70. Kratochvíl, J., and Šnolfák, J.: Příspěvky k poznání opylovačů a opylování jetele červeného (*Trifolium pratense*). Acta Univ. Agric. Brno Bull. C **39**, 1948, ref. Herb. Abstr. **19**: 465, 1949.
71. Kuhn, R.: Chemie **55**, 248, 1942 u. **56**, 16, 1943, zit. Nr. 54.
72. Lehmann, U.: Die Abhängigkeit der Rotkleesamenerträge von der Witterung. Saatgutwirtschaft **4**, 284—285, 1952.
73. Lehmann, U.: Der Einfluß von Klima und Boden auf den Samenertrag bei Rotklee. Saatgutwirtschaft **6**, 145—147, 1954.
74. Lehmann, U.: Kalidüngung zur Samengewinnung von Rotklee. Saatgutwirtschaft **7**, 71, 1955.

75. Lehmann, U.: Über den Anbau von Rotklee zur Saat. Saatgutwirtschaft **8**, 233—234, 1956.
76. Lehmann, U.: Düngungserfahrungen bei Samenklee. Pflug u. Spaten **4**, 1956.
77. Lindauer, M.: Ein Beitrag zur Frage der Arbeitsteilung im Bienenstaat. Z. Vergl. Physiol. **34**, 299—345, 1952.
78. Lindhard, E.: Der Rotklee, *Trifolium pratense* L., bei natürlicher und künstlicher Zuchtwahl. Z. Pflzüchtung **8**, 95—120, 1922.
79. Mac Vicar, R.M., Braun, E., Gibson, D.R., and Jamieson, C.A.: Studies in red clover seed production. Sci. Agric. **32**, 67—80, 1952.
80. Manochin, I.W., u. Gubin, A.F.: J. Opytnajja Passeka (USSR), H. Mai/Juni 1930, ref. Ernähr. Pflanze **27**, 41, 1931.
81. Maurizio, A.: Untersuchungen über die Nektarsekretion einiger polyploider Kulturpflanzen. 14. Jahrber. schweiz. Ges. Vererbungsforschung, Sozialanthropologie u. Rassenhygiene **29**, 340—346, 1954.
82. Minderhoud, A.: Mededeel. dir. Tuinbouw **11**, 381—392, 1948, zit. Nr. 10.
83. Montgomery, B.E.: Bumble bees and red clover. Purden Univ. Agric. Exp. Stat., Progr. Agric. Res. Indiana, 64. Ann. Report, Lafayette 1951.
84. New Zealand: Dep. Scientific and Industrial Res., 29. Ann. Report, Wellington 1955.
85. Pammel, L.H., and King, Ch.M.: Pollination of red clover. Iowa Acad. Sci. 1911, 35—45, ref. Z. Pflzüchtung **1**, 101, 1913.
86. Pedersen, A.: Frøavl of Tidlig Rødkløver: Blomstring Bibesøg og Sundebilleangreb i Afhugningsforsøgene. Tidsskr. Planteavl **45**, 525—550, 1941.
87. Pedesen, A.: Rødkløverens Blomstring og Bestøvning. K. Vet. Højsk. Aarsskr. 1945, Medd. **24**, 59—141, 1945.
88. Pedersen, A.: Rødkløverens Bestøvning og Frøsaeting. Nord. Jordbr. Forskn. Nr. 1—3. Beretning nordiske Jordbrugsforsk. Foren. 7. Congr., Oslo 1947, Teil 2, 528—540, 1948.
89. Pelopidas, A.: Über die Möglichkeit, den Rotklee zum Honigsammeln zu benutzen. Opytnaja Passjeka **12**, 1929, zit. Nr. 42.
90. Pennsylvania: Agric. Exp. Stat. 59. Ann. Report 1946.
91. Plath, O.E.: Breeding experiments with confined *Bombus* queens. Biol. Bull. Woods Hole, **45**, 325—341, 1923.
92. Rhein, W.v.: Steigerung der Rotkleesamenerträge durch Duftlenkung bei Bienen. Saatgutwirtschaft **6**, 315—317, 1954.
93. Rhein, W.v.: Über die Duftlenkung der Bienen zur Steigerung der Samenerträge des Rotklees (*Trifolium pratense* L.). Z. Acker- und Pflbau **103**, 273—314, 1957.
94. Rhein, W.v.: Hat die Bedeutung der Bienen für die Landwirtschaft wirklich abgenommen. Mittlg. D.L.G. **73**, 167—169, 1958.
95. Richards, O.W.: The social insects. Macdonald, London 1953.
96. Rudolf, W.: Kleeartige Futterpflanzen. In Roemer, Th., u. Rudolf, W.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Parey, Berlin 1943, Bd. 3.

97. Ryle, M.: The influence of nitrogen, phosphate and potash on the secretion of nectar. Part I. *J. Agric. Sci.* **44**, 400—407, 1954.
98. Ryle, M.: The influence of nitrogen, phosphate and potash on the secretion of nectar. Part II. *J. Agric. Sci.* **44**, 408—419, 1954.
99. Scheffer, F., u. Welte, E.: Pflanzenernährung. Enke, Stuttgart 1955.
100. Scheibe, A., u. Bruns, A.: Eine kurzröhrige, weißblühende Mutante bei *Trifolium pratense* nach Röntgenbestrahlung. *Angew. Bot.* **27**, 70—74, 1953.
101. Schöntag, A.: Der Einfluß von Mineralstoffen auf die Nektarab-scheidung durch die Pflanze. *Naturwiss.* **39**, 304, 1952.
102. Schöntag, A.: Über den Einfluß von Mineralsalzen auf den Zucker-gehalt des Nektars. *Z. Vergl. Physiol.* **35**, 519—526, 1953.
103. Schwan, B.: Jakttagelser rörande rödklöverpollinerande insek-teråren 1942—1946. Meddelande N: 0 2, Från Sver. Fröodlareförbund 34—61, 1953.
104. Scullen, H. A.: Observations on the relationship of alsike clover nectar to relative humidity. *J. econ. Ent.* **35**, 453—454, 1942.
105. Shuel, R. W.: Some factors affecting nectar secretion in red clover. *Pl. Physiol.* **27**, 95—110, 1952.
106. Shuel, R. W.: Nectar secretion in relation to nitrogen supply, nu-tritional status and growth of the plant. *Canad. J. agric. Sci.* **35**, 124—138, 1955.
107. Shuel, R. W.: Some aspects of the relation between nectar secretion and nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition. *Canad. J. Plant Sci.* **37**, 220—236, 1957.
108. Shuel, R. W., and Pedersen, M. W.: The effect of environmental factors on nectar secretion as related to seed production. 6. Intern. Grassland Congr. Proc. 867—871, 1952.
109. Sigfrids, A. G.: Humlor och bin-i lantmannens tjänst. *Tidskr. Lantm.* **29**, 121, 1947, ref. *Herb. Abstr.* **18**: 696, 1948.
110. Šístek, V.: Dresirováni včel. *Věst. čsl. Akad. Zeméd.* **22**, 68—70, 1948, ref. *Herb. Abstr.* **18**: 902, 1948.
111. Skovgaard, O. S.: Statistiske Undersøgelser over Honningbiernes Medvirken ved Rødkløverens Bestøvning. *Tidsskr. Planteavl* **43**, 646—682, 1938.
112. Skovgaard, O. S.: Humlebiers og honningbiers arbejdshastighed ved bestøvningen af rødkløver. *Tidsskr. Planteavl* **55**, 449—475, 1952.
113. Skovgaard, O. S.: Den kaukasiske honningbiers om rødkløver-bestøver. *Tidsskr. Planteavl* **59**, 877—887, 1956.
114. Sladen, F. W. L.: The humble bee. Its life history and how to domesticate it. Macmillan, London 1912.
115. Smith, M. V.: Honeybees for pollination. *Ontario Agric. Coll. Guelph, Canada, Circular* 133, 1952.
116. Souesson, N.: Biskötseln och jordbruket. Undersökningar rörande rødkløverns befruktningsförhållanden. *Lantm. Svenskt Land* **26**, 42, 1942.

117. Sergeev, P.A.: (Non-radical nutrition of red clover). Zemledetie (Agriculture, USSR) **4**, 115—117, 1956, ref. Herb. Abstr. **27**: 67, 1957.
118. Stapel, Chr.: Undersøgelser over Humlebier (*Bombus Latr.*), deres Udbredelse, Traekplanter og Betydning for Bestøvningen af Rødklover (*Trifolium pratense L.*). Tidsskr. Planteavl **39**, 193—294, 1933.
119. Stapel, Chr.: Om Rødklovers Bestøvning i Czekoslovakiet. Tidsskr. Planteavl **40**, 148—159, 1934.
120. Stapel, Chr.: Honningbier og Rødkloverfroavl. Tidsskr. Planteavl **40**, 301—313, 1934.
121. Stapel, Chr.: Nord. Jordbrugsforskn. 508—516, 1955, zit. Nr. 10.
122. Stapel, Chr., u. Gotzsche, O.: Om Nektarsekretion og Kronrørs længde mm hos Rødkloveren under forskellige Godskningsforhold. Tidsskr. Planteavl **46**, 267—297, 1941.
123. Stapel, Chr., u. Lund, S.: Orientierende Undersøgelser over nogle Biplanters Nektarproduktion. Tidsskr. Planteavl **49**, 537—557, 1945.
124. Starling, T.M., Wilsie, C.P., and Gilbert, N.W.: Agron. J. **42**, 1—8, 1950, zit. Nr. 10.
125. Synge, A.D.: Pollen collection by honeybees. J. anim. Ecol. **16**, 122—138, 1947.
126. Trawin, J.S.: Bericht über die Rotkleezüchtung in den Jahren 1925—1929. Arb. Landw. Vers. Stat. Nossowaka Nr. 113, 1—158, 1930, ref. Dtsch. Landw. Rdsch. **10**, 448, 1933.
127. Trawin, J.S., and Ščerbačeva, V.D.: (Red clover.) Moscow. Selhozgiz 1941, ref. Herb. Abstr. **15**: 416, 1945.
128. Todd, F.E., and Vansell, G.H.: The role of pollinating insects in legume-seed production. Proc. 6. Intern. Grassland Congr., 835—840, 1952.
129. Valle, O.: Puna-apilan siemenen satotoiveista. Koetoiminnan ja Käytännön No. 9, 2, 1946, ref. Herb. Abstr. **18**: 1127, 1948.
130. Valle, O.: Ann. Ent. Fennici **14**, Liiti-Suppl. 225—231, 1947, zit. Nr. 10.
131. Valle, O.: Mehiläishoidon merkityksestä eri apilalajien siemen-viljelyksessä. Maatalous No. 5, 67—71, 1947, ref. Herb. Abstr. **18**: 1128, 1948.
132. Valle, O.: Suomen maataloustieteellisen Seuran Julkaisu 205—220, 1955, ref. Landw. Zbl. **2**, 491, 1957.
133. Weprikoff, P.N.: Der Einfluß der Mineralstoffdüngung auf die Ausscheidung der Nektarien bei Buchweizen und Rotklee und die hiermit im Zusammenhang stehenden Samenerträge. J. Landw.-Wissensch. **6**, 636—642, 1929, ref. Dtsch. Landw. Rundsch. **6**, 407, 1930.
134. Weprikoff, P.N.: Die Bestäubung der landw. Kulturpflanzen. Moskau, Selchosgis 1936, zit. Nr. 18.
135. Wexelsen, H., u. Skaare, S.: Rødklovers blomstring og bestøvning. Tidsskr. Norske Landbr. **47**, 53—67 u. 109—122, 1940.
136. Wheeler, N.A., and Hill, D.D.: Grasslands seeds. Van Norstrand. Princeton, New Jersey 1957, 365.

137. Williams, R. D.: Studies concerning the pollination and fertilization and breeding of red clover. Bull. Welsh Pl. Breeding Stat. H. 2, No. 2, 1925.
138. Wilsie, C. P. and Gilbert, N. W.: Preliminary results on seed-setting in red clover strains. J. Amer. Soc. Agron. **32**, 231—234, 1940.
139. Wilsie, C. P. and Hollowell, E. A.: Effect of time of cutting red clover on forage yields, seed setting, and chemical composition. Agric. Exp. Stat., Iowa State Coll. Agric. Mechanic Arts. Res. Bull. 357, Ames, Iowa 1948.
140. Woodrow, A. W.: Effect of time of pollination by honey bees on red clover seed yields. J. econ. Ent. **45**, 517—519, 1952.
141. Woodrow, A. W.: Pollination of the red clover flower by the honey bee. J. econ. Ent. **45**, 1028—1029, 1952.
142. Ziegler, H.: Untersuchungen über die Leitung und Sekretion der Assimilate. Planta **47**, 447—500, 1956.
143. Zimmermann, M.: Über die Sekretion saccharosespaltender Transglukosidasen im pflanzlichen Nektar. Experientia **10**, 145—146, 1954.
144. Živov, V. and Skvortsov, S.: (Methods of improving pollination of clovers by honey bees.) Selekt. Semennovod. **18**, 63—64, 1951. ref. Herb. Abstr. **22**: 476, 1952.

Weitere ausführliche Literaturangaben finden sich in den Arbeiten Nr. 8, 10, 18, 63 u. 96.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen

Anwendungsmöglichkeiten der Gibberelline

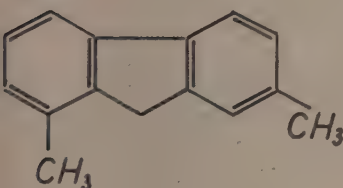
Von

Robert Bünsow

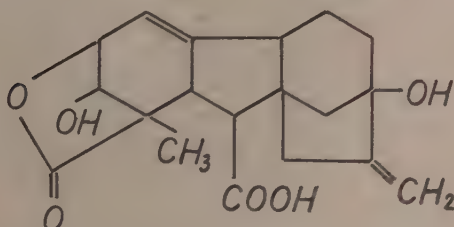
Jede Entdeckung eröffnet Möglichkeiten für die Anwendung in der Praxis, deren Realisierbarkeit im Laufe der Zeit offensichtlich wird. Daß die Hoffnungen, die an eine Entdeckung geknüpft werden, der Zeit vorauseilen, ist kein Nachteil, denn die menschliche Kultur ist auf die Phantasie ihrer Träger angewiesen. Was aber von den erhofften Möglichkeiten auch verwirklicht werden kann, vermag erst der Versuch zu entscheiden. Dennoch tauchen gelegentlich Produkte auf, deren Hersteller anfänglich mehr versprechen, als ihre Erzeugnisse später halten können. So erschien in der Zeit, als die Auxine marktfähig wurden, ein Heteroauxin-Präparat mit der Bezeichnung Wachstums- und Blühhormon. Seit kurzem sind nun die Gibberelline auf dem besten Wege, Modeartikel zu werden. Schlagzeilen und Rundfunkmeldungen des Auslandes berichteten schon von ballongroßen Kohlköpfen, von Tomaten so groß wie Fußbällen und Möhren so lang wie Spazierstöcken.

Die Stoffe, von denen solche Wirkungen ausgehen sollen, sind Stoffwechselprodukte des Ascomyceten *Gibberella fujikuroi*, der als Sexualform einer auf Reis parasitierenden Rasse von *Fusarium moniliforme* gilt. *Gibberella* ist der Erreger der in Reisanbaugebieten gefürchteten Bakanaë-Krankheit und bewirkt bei den jungen Pflanzen unter anderem ein auffällig gesteigertes Längenwachstum. Dieses ungewöhnliche Phänomen regte schon um die Jahrhundertwende zur Erforschung der Zusammenhänge an. 1926 teilte der japanische Pflanzenpathologe Kurosawa mit, daß es ihm gelungen sei, mit zellfreiem Kulturmedium von *Gibberella* den Bakanaë-Effekt künstlich hervorzurufen. Das wirksame Prinzip, mehrere chemisch nah verwandte Stoffe, wurde kurz vor dem zweiten Weltkrieg von einer japanischen Forschergruppe unter der Leitung von Yabuta und Hayashi isoliert und untersucht. Um 1950 erwachte auch das Interesse einiger westlicher Wissenschaftler für die Gibberelline. Etwa gleichzeitig und unabhängig voneinander griffen Forscher in England unter der Leitung von P. W. Brian und in den USA unter F. H. Stodola das Problem erneut auf. Die Kulturen der britischen Forschergruppe produzierten nur Gibberellinsäure ($C_{19}H_{22}O_6$), auch Gibberellin A₃ genannt. Die amerikanischen Kulturen enthielten außerdem noch ein Dihydroderivat, das Gibberellin A₁ ($C_{19}H_{24}O_6$). Grundlage der chemischen Struktur ist das Gibbereren-Skelett (1-7-Dimethylfluoren). Am besten bekannt ist die Gibberellinsäure, eine tetrazyklische Dioxylaktonsäure (Abb.).

Gibberen



Gibberellinsäure



Da eine direkte chemische Synthese umständlich ist, gewinnt man die Gibberelline ähnlich wie Penicillin aus den Pilzkulturen. Die kommerzielle Produktion bietet keine Schwierigkeiten mehr. Sie wird bereits von amerikanischen, englischen und japanischen Firmen betrieben, die Proben für Versuchszwecke kostenlos zur Verfügung stellen. Die handelsüblichen Produkte enthalten entweder Gibberellinsäure oder ihr K-Salz, oder ein Gemisch aus Gibberellinsäure und Gibberellin A₁. Das K-Gibberellat ist in Wasser leicht löslich. Die Gibberellinsäure ist in Wasser schwerer in Lösung zu bringen, kann aber leicht in einigen Tropfen Äthylalkohol gelöst werden und fällt nach Zusatz von Wasser nicht aus. Wäßrige Lösungen sind bei Zimmertemperatur nur beschränkt haltbar und müssen kühl aufbewahrt werden. Die Wirkung der Präparate ist praktisch gleich, soweit sie nicht noch besondere Zusätze (z. B. Blattdünger) enthalten. Sie werden meist in Verdünnungen von 10⁻⁶ bis 10⁻⁴, seltener 10⁻³, mit einem Netzmittelzusatz auf die ganze Pflanze gesprüht oder auf einzelne Pflanzenteile aufgebracht. Ein Zusatz zu Nährlösungen, Pflanzenschutzmitteln sowie eine Verarbeitung in Saatgut-Einbettungsmitteln, Pudern, Pasten u. a. ist ebenfalls möglich. Auch eine Verwendung im Gießwasser kann erfolgreich sein, doch müssen dabei höhere Konzentrationen angewandt werden, da die Wirkung im Boden geringer ist und — wohl durch bakteriellen Abbau — schnell abnimmt. Die Gibberelline werden von allen Pflanzenorganen aufgenommen und verteilen sich schnell über die ganze Pflanze.

Schon wenige Tage nach der Behandlung wird der Bakanaë-Effekt offensichtlich. Die unter Umständen beträchtliche Wachstumssteigerung erweckte mancherorts nicht minder beträchtliche Hoffnungen. So kann man in dem Prospekt einer herstellenden Firma unter anderem lesen: „Heute ist diese ausgezeichnete Chemikalie zu einem Allerwelts-Thema geworden mit der Möglichkeit, eine Revolution in die Anbaukultur zu bringen in bezug auf seine bemerkenswerten Wirkungen für Pflanzenwuchs-Förderung von blühenden Pflanzen, Getreide, Gemüse, Zier- und Obstbäumen, Beschleunigung des Blühens und Keimens und Erhöhung der Ernte.“ „Unser Produkt . . . hat sehr gute Aussichten für die Zu-

kunft und man erwartet, daß die landwirtschaftliche Welt neu belebt werden kann.“

Wie steht es nun tatsächlich um die Wunderwirkung der Gibberelline? Über ihre Geschichte und ihre physiologischen Wirkungen sind bereits einige ausführliche Sammelreferate erschienen (Brian und Grove 1957; Knapp 1958; Stowe und Yamaki 1957). Zusammenfassende Darstellungen der Anwendungsmöglichkeiten finden sich in Fachzeitschriften (z. B. de Groot 1957; Rappaport 1957b; Wittwer und Bukovac 1957b), besonders ausführliche Zusammenstellungen in den Broschüren der herstellenden Firmen (z. B. Deutsche Mitsubishi; Merck & Co. 1957; Plant Protection Limited). Von der sonstigen Literatur wird im folgenden eine Auswahl der wichtigsten neueren Arbeiten erwähnt, aus denen weitere Literaturangaben leicht zu entnehmen sind. — Beurteilt man die Leistungsfähigkeit der Gibberelline nach den bisher vorliegenden Versuchsergebnissen, so kann von einer allgemeinen Steigerung der Pflanzenenerträge nicht die Rede sein. Doch haben sich bereits verschiedene speziellere Anwendungsmöglichkeiten ergeben, von denen einige auch schon im Feldversuch geprüft worden sind. Da aber die günstigste Anwendungsweise in den meisten Fällen noch nicht ermittelt worden ist, sollen die hier aufgeführten Möglichkeiten in erster Linie Anregungen für weitere Versuche sein.

1. Förderung des Wachstums

Fast alle untersuchten Pflanzen reagieren schon auf eine einmalige Gabe mit einer Wachstumssteigerung. Das Ausmaß der Reaktion wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Es ist weitgehend abhängig von der Anwendungsweise der Gibberelline (Konzentration, Menge, Häufigkeit). Da sie als Biokatalysatoren lediglich lenkend in die Stoffwechselvorgänge eingreifen, dürfen die Stoff- und Energiequellen der Pflanze nicht unbeachtet bleiben. Auf die Notwendigkeit einer reichlichen Düngung, besonders mit Stickstoff, wird in der Literatur häufig hingewiesen. In der Praxis müssen Jahreszeit und Wetter sowie das Alter der Pflanzen berücksichtigt werden. Die Reaktionsweise der Pflanze wird hauptsächlich durch ihre genetische Konstitution bestimmt. Genetische Zwergformen reagieren besonders drastisch: bestimmte Zwergmaistrassen werden wieder normalwüchsig, Buschbohnen werden zu Stangenbohnen u. a. m.

Die Wirkung einer Gibberellin-gabe erstreckt sich nur über eine gewisse Zeit, meist nur über einige Wochen. Nach dem Abklingen der Wachstumsförderung folgt häufig eine Zeit geringeren Wachstums, so daß die geförderten Pflanzen von den unbehandelten wieder eingeholt, ja sogar überholt werden können. Falls ein länger anhaltender Wachstumsvorsprung erwünscht ist, muß die Gibberellinbehandlung in Abständen von etwa ein bis vier Wochen wiederholt werden. — Eine kurzfristige Wachstumsbeschleunigung kann bei gärtnerischen Nutzpflanzen angebracht sein. Im Blumen- und Gemüsehandel kann sogar ein Vorsprung von wenigen Tagen nicht unerhebliche Vorteile haben. Außerdem wird der Platz früher geräumt und steht für andere Zwecke zur Verfügung. In den USA hoffen die nördlicher gelegenen Betriebe so der

Konkurrenz der südlicheren besser begegnen zu können. — Auch die Konkurrenz der Unkräuter könnte durch eine frühzeitige Förderung der Nutzpflanzen gemindert werden. — Die Triebe von Citrus-Arten sind gewöhnlich nur so lange virusfrei, wie sie für die Vermehrung noch zu klein sind. Mit Gibberellin hofft man ihr Wachstum so weit beschleunigen zu können, daß sie noch im virusfreien Alter als Stecklinge benutzt werden können.

Die Gibberelline beeinflussen das Wachstum der Pflanzenorgane recht unterschiedlich. Die auffälligsten Änderungen bewirken sie an der Sproßachse, bei der sie besonders das Längenwachstum steigern. — Längere Sproßachsen sind z. B. bei Faserpflanzen erwünscht. Versuche mit Hanf verliefen erfolgreich (Lona und Bocchi 1956 b), doch ist noch nicht bekannt, wie die Qualität der Fasern beeinflusst wird. — Weit schwieriger dürfte es sein, das Längenwachstum der Bäume nachhaltig zu fördern. Unter besonderen Umständen wird vorwiegend das Dickenwachstum gefördert (Bradley und Crane 1957). Seltsamerweise reagieren Coniferen fast garnicht auf Gibberellin (Marth, Audia und Mitchell 1956). — Bei Schnittblumen ist eine Verlängerung der Blütenstiele möglich, unter Umständen auch eine gleichzeitige Vergrößerung oder sonstige Qualitätsverbesserung der Blüten. — Bei Weintrauben konnte nachgewiesen werden, daß bei Sorten mit dichtstehenden Beeren eine Verlängerung der Fruchtsiele vorteilhaft für die Entwicklung der Traube ist (Weaver und McCune 1958). — Mit der Vergrößerung der Sproßachse erfolgt auch eine Gewichtszunahme. Die Möglichkeit, die Zuckerrohr-Ernte zu erhöhen, wird optimistisch beurteilt. Doch scheinen unterirdische Sproßknollen, besonders Kartoffeln (Morgan und Mees 1958), sowie Rhizome nicht so deutlich, zum Teil sogar negativ zu reagieren. — Auch zwischen Haupt- und Seitenachsen bestehen Unterschiede. In manchen Fällen werden die Seitenachsen stärker gefördert als die Hauptachse, die gelegentlich sogar mehr oder weniger gehemmt wird. Das kann für eine Vermehrung durch Stecklinge oder Ausläufer vorteilhaft sein. Falls die Seitenachsen Blütenanlagen tragen (z. B. bei Chrysanthemen oder Nelken), kann dadurch die Zahl der Blüten erhöht werden. Zukünftige Versuche werden zeigen müssen, ob die Gibberelline den bisher zur Verringerung der apikalen Dominanz benutzten Stoffen, besonders dem Maleinhydrazid, überlegen sind.

Auch beim Blatt wird das Längenwachstum bevorzugt gefördert, weniger oder gar nicht das Breiten- und Dickenwachstum; doch ist die Steigerung des Gewichts geringer als beim Sproß. — Besonders bei Weizen- und Weidegräsern ist eine kurzfristige Ertragssteigerung möglich. Die anschließende Wachstumsdepression kann aber so groß sein, daß der Jahresertrag gegenüber unbehandelten Parzellen sogar vermindert wird (Morgan und Mees 1958). — Eine Erhöhung des Trockengewichts der Tabakblätter scheint unter gewissen Umständen möglich zu sein, doch muß mit einer Verminderung des Nikotingehalts und anderen Qualitätsveränderungen gerechnet werden (Marth, Audia und Mitchell 1956, Yabuta, Sumiki und Takahashi 1943). — Die Tee-Ernte wird nicht wesentlich beeinflusst (Yabuta,

Sumiki und Torii 1943). — Häufig werden die Blattstiele stärker gefördert als die Spreiten. Dadurch kann die Ernte beim Rharbarber und beim Bleichsellerie erhöht werden (Bukovac und Wittwer 1956, Wittwer und Bukovac 1957 e). — Zwiebeln reagieren so gut wie gar nicht.

Die Wurzel wird am wenigsten beeinflusst, gelegentlich etwas gehemmt (Brian, Elson, Hemming und Radley 1954). Bei Wurzelgemüse werden die Erträge vermindert (Morgan und Mees 1958).

2. Förderung der Blütenbildung

Häufig wird berichtet, daß gibberellinbehandelte Pflanzen früher blühen als unbehandelte. Bei einem Teil der Pflanzen beruht das lediglich auf der allgemeinen Wachstumsbeschleunigung (Lindstrom, Wittwer und Bukovac 1957; Marth, Audia und Mitchell 1956; Wittwer, Bukovac, Sell und Weller 1957). Der Vorsprung beträgt in solchen Fällen einige Tage bis Wochen. Andererseits ist eine Förderung der Blütenbildung auch bei solchen Pflanzen möglich, die nur dann in die generative Phase übergehen, wenn sie ganz bestimmten Außenbedingungen ausgesetzt waren. Zu diesen gehören vor allem die Vernalisationsbedürftigen und die Langtagpflanzen, bei denen Gibberelline unter vegetativen Bedingungen Blütenbildung auslösen, die Vernalisation bzw. die Langtagbehandlung also mehr oder weniger ersetzen können (Bukovac und Wittwer 1957; Campbell 1958; Chouard 1957; Harder und Bünsow 1958; Harrington, Rappaport und Hood 1957; Lang 1957; Lona 1956; Lona und Bocchi 1956 e; Wittwer und Bukovac 1957 a, 1957 c). Diese Tatsache eröffnet weitere wichtige Anwendungsmöglichkeiten, die vor allem für den Pflanzenzüchter von Bedeutung sind. Bei zahlreichen kältebedürftigen zwei- und mehrjährigen Pflanzen gelingt es, die Blütenbildung schon im ersten Jahre auszulösen, und auch bei winterannuellen Pflanzen kann die Generationsdauer verkürzt werden. Positive Ergebnisse liegen vor bei *Bellis*, *Beta*, *Brassica*, *Daucus*, *Digitalis*, *Hyoscyamus*, *Oenothera*, *Petroselinum*, *Verbascum* und anderen. Auch bei nicht kältebedürftigen ein- und mehrjährigen Langtagpflanzen ist eine zeitliche Verschiebung der Blütezeit möglich. Versuche mit *Anethum*, *Brassica*, *Cichorium*, *Foeniculum*, *Lactuca*, *Papaver*, *Petunia*, *Polemonium*, *Raphanus*, *Rudbeckia*, *Silene*, *Spinacia*, *Viola* und anderen brachten erfolgreiche Ergebnisse. Somit kann ganz allgemein die zeitliche Kontrolle der Blühphase bedeutend verbessert werden. Bei Individuen einer Art, die unregelmäßig über eine längere Zeit Blüten bilden, oder bei verschiedenen Arten, deren Blütezeit weiter auseinander liegt, kann das Blühen synchronisiert werden. Für Gärtnereien besteht die Möglichkeit, auch außerhalb der üblichen Jahreszeit blühende Pflanzen aufzuziehen, wobei die Gibberellinwirkung durch zusätzliche Beleuchtung noch ergänzt werden kann. Auch in subtropischen und tropischen Gebieten, in denen die relativ kurze Tageslänge und das Fehlen kälterer Jahreszeiten das Blühen von Pflanzen aus gemäßigten Breiten nicht gestattet, erscheint eine Anwendung erfolgversprechend. — Wenn Überdosierung vermieden

wird, verläuft die Samenbildung soweit bekannt normal. — Leider werden Getreidearten und Mais nicht günstig beeinflusst. Der beim Wintergetreide erforderliche Kälteeinfluß konnte bisher nicht ersetzt werden (Chouard 1957; Lona und Bocchi 1956 a). Bei Mais kann Pollensterilität auftreten (Nelson und Rossman 1958; Wittwer und Bukovac 1957 e).

Es gibt aber auch nicht wenige Pflanzen, bei denen eine Förderung der Blütenbildung bisher nicht möglich war, und besonders bei Kurztagpflanzen können Gibberelline die Blütenbildung sogar hemmen.

3. Förderung der Fruchtbildung und -entwicklung

Bemerkenswert ist vor allem die Förderung des parthenokarpen Fruchtansatzes bei der Tomate. Doch wird sich zeigen müssen, unter welchen Bedingungen die Gibberelline den bisher zu diesem Zwecke benutzten Auxinen überlegen sind. Die Größe der erntereifen Früchte wird nicht erhöht. Bei natürlichem Fruchtansatz kann der Gesamtertrag sogar geringer sein (Bukovac, Wittwer und Teubner 1957; Marth, Audia und Mitchell 1956; Persson und Rappaport 1958; Rappaport 1957 a; Wittwer und Bukovac 1957 e). — Unter bestimmten Bedingungen konnten größere Weinbeeren geerntet werden, doch wurde auch die Qualität verändert (Weaver und McCune 1958). Bei verschiedenen anderen Früchten wurden Wachstum und Reife nicht oder nachteilig beeinflusst (Marth, Audia und Mitchell 1956; Wittwer, Bukovac, Sell und Weller 1957). Beim Weizen wird der Kornertag vermindert (Morgan und Mees 1958).

4. Unterbrechung der Ruhezustände

Gibberelline sind auch vorzügliche Mittel, natürliche oder künstliche Phasen geringerer Aktivität aufzuheben. — Die Keimung und das anschließende Wachstum von Sporen (Kato 1955). Pollen (Chandler 1957) und Samen kann zum Teil beträchtlich gesteigert werden. Bei Samen kann das besonders dann vorteilhaft sein, wenn sie einer längeren Nachreife bedürfen, die unter Umständen noch mit einer besonderen Behandlung verbunden sein muß. Frisch geerntete Gerste, die gewöhnlich erst nach einigen Monaten keimt, kann sofort zur Malzgewinnung verarbeitet werden (Fischnich, Thielebein und Grahl 1957). Bei Pflirsichsamen kann eine Gibberellinbehandlung die Stratifikation mindestens zum Teil ersetzen (Donoho und Walker 1957). Das Lichtbedürfnis von Lichtkeimern wird herabgesetzt oder ganz aufgehoben (Bünsow und v. Bredow 1958; Skinner, Talbert und Shive 1958). Unter ungünstigen Bedingungen, z. B. bei niedrigerer Bodentemperatur, wird die Keimung ebenfalls gefördert. Auch die Keimfähigkeit älteren Saatgutes soll erhöht werden können. — Die Fähigkeit der Gibberelline, die Knospenruhe zu brechen (Lockhart und Bonner 1957; Lona und Borghi 1957), erschließt Anwendungsmöglichkeiten in der Frühreiberei. Ist zur Überwindung der Winterruhe eine Kältezeit er-

förderlich, so kann diese (beim Pfirsichbaum) durch Gibberelline mindestens zum Teil ersetzt werden (Donoho und Walker 1957). Das eröffnet die Möglichkeit, den Anbau entsprechender Pflanzen auf wärmere Gebiete auszudehnen. — Auch ruhende Kartoffelknollen treiben nach einem Gibberellinbade aus (Rappaport, Lippert und Timm 1957). In Gebieten, in denen mehrere Ernten im Jahr möglich sind, versucht man die Ruhe der Knollen dadurch abzukürzen, daß man schon einige Wochen vor der Ernte das Kraut besprüht (Lippert, Rappaport und Timm 1958). — Der in bestimmten Anbaugebieten auftretende sommerliche Wachstumsstillstand der Tomatenfrüchte kann durch eine Gibberellingabe erfolgreich überwunden werden (Liverman und Johnson 1957). — Auch jahreszeitlich bedingte Ruhezustände ganzer Pflanzen können verkürzt oder aufgehoben werden. So ist bei Weidegras eine Verlängerung der Vegetationsperiode auch dann möglich, wenn die niedrigen Temperaturen im Frühjahr und im Herbst unbehandelten Pflanzen kein befriedigendes Wachstum gestatten (Leben und Barton 1957; Wittwer und Bukovac 1957 d; Wittwer, Bukovac und Grigsby 1957). Ebenso dürfte in Gebieten mit sommerlicher Trockenheit eine Verkürzung der Sommerruhe möglich sein, wenn Bewässerung alleine nicht ausreicht. — Auch künstliche Wachstumsstockungen, wie sie z. B. nach dem Umpflanzen auftreten, können durch eine Gibberellingabe verhindert werden. — Da Herbizide die ruhenden Pflanzen nicht so stark schädigen wie die wachsenden, kann eine vorhergehende Gibberellinanwendung die Unkrautbekämpfung wirksamer werden lassen, wobei über die Wachstumssteigerung der Nutzpflanzen durch frühzeitige Beschattung u. a. noch ein zusätzlicher Effekt ausgeübt wird.

5. Sonstige Anwendungsmöglichkeiten

Die obenstehenden Hinweise können nur eine Zwischenbilanz sein. Zukünftige Versuche werden die schon jetzt erkennbaren Möglichkeiten prüfen müssen und neue Möglichkeiten eröffnen können. Hier sei nur noch auf jüngste Erfolge hingewiesen, die mit Gibberellinen als Zusatz zu Organ- und Gewebekulturen erzielt werden konnten (Schroeder und Spector 1957; Vasil 1957).

Verschiedene Anzeichen sprechen dafür, daß sowohl von *Gibberella* als auch von höheren Pflanzen noch andere Gibberelline produziert werden als die bisher bekannten. Vielleicht werden in Zukunft noch weitere Substanzen mit günstigeren Eigenschaften zur Verfügung stehen.

6. Schädliche Wirkungen

Im Gegensatz zu den Auxinen ist der fördernde Konzentrationsbereich der Gibberelline relativ breit. Doch treten besonders durch Überdosierung, aber auch sonst, unerwünschte Wirkungen auf, welche die vorteilhaften unter Umständen überwiegen können. — Daß die Pflanzen (Blätter und Blüten) heller werden, kann man durch reichliche Stickstoffdüngung mehr oder weniger verhindern. — Besonders unerwünscht ist eine häufig auftretende Verminderung der mechanischen Eigenschaften

der Sproßachse, durch die das Lagern der Pflanzen begünstigt wird. — In vielen Fällen wird eine häufige oder unzeitige Behandlung der ganzen Pflanze unangebracht sein, besonders, wenn die Förderung des vegetativen Wachstums andere Pflanzenteile (Früchte, Wurzeln) kompensatorisch hemmt. Pflanzen wie Salat, Spinat, Kohl, Rüben, Möhren und Radieschen, die im vegetativen Zustand Verwendung finden, können vorzeitig schossen und blühen und dadurch für die Ernährung wertlos werden. — Von einigen Pflanzen wird berichtet, daß sie nach Gibberellinbehandlung bei heißem Wetter leichter welken, daß sie gegen Krankheiten anfälliger sind, daß der Vegetationspunkt der Hauptachse abstirbt u. a. m. Doch wurde auch beobachtet, daß Tomaten gegen *Alternaria solani* resistenter wurden oder deren Wirkung leichter überstanden (Barton und Fine 1957; Wittwer und Bukovac 1957 e), und daß virusbedingte Wachstumshemmungen überwunden werden konnten (Maramorosch 1957).

Daß die Gibberelline giftig sind, ist recht unwahrscheinlich; bestehen doch gewichtige Anzeichen dafür, daß sie auch normalerweise in höheren Pflanzen vorkommen (Bünsow, Penner und Harder 1958; Lang, Sandoval und Bedri 1957; MacMillan und Suter 1958). Auch bei relativ hohen Dosen konnten im Tierversuch keine pharmakologischen oder toxikologischen Wirkungen festgestellt werden (Peck, McKinney, Tytell und Byham 1957). Da aber die stofflichen Veränderungen, welche die Gibberelline in den Pflanzen hervorrufen, noch kaum bekannt sind, ist beim Genuß oder bei der Verfütterung gibberellinbehandelter Pflanzen für alle Fälle Vorsicht geboten.

Da die Gibberelline auch noch andere unbekannte (z. B. mutagene) Wirkungen haben können, die unter Umständen erst nach längerer Zeit ersichtlich werden, sollte sich jeder, der diese Stoffe in größerem Maße anzuwenden gedenkt, überlegen, ob seine Gründe auch wichtig genug sind. Die zunehmende Schädigung der Natur durch die Auswirkungen der menschlichen Technik stellt uns immer häufiger vor die Frage, wie weit ein persönlicher Vorteil oder ein in anderer Weise beschränkter ökonomischer Zweck das Eingreifen in den so komplizierten Organismus unseres Planeten berechtigt, für dessen Gesunderhaltung wir nicht nur unseren Mitmenschen, sondern noch unzähligen folgenden Generationen verantwortlich sind.

Zusammenfassung

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen werden die wichtigsten Möglichkeiten für eine Anwendung der Gibberelline in Forschung und Praxis aufgezeigt. Da die Gibberelline auf die Erträge der wichtigsten Nutzpflanzen indifferent oder nachteilig einwirken, erscheint durch sie eine wesentliche Steigerung der Nahrungsproduktion nicht möglich. Doch ergeben sich zahlreiche speziellere Anwendungsmöglichkeiten, die auf der Fähigkeit beruhen, das Wachstum und die Blütenbildung zu fördern sowie Ruhezustände aufzuheben. Da nicht selten auch unerwünschte Wirkungen auftreten, sollen die aufgeführten Anwendungsmöglichkeiten vor allem zur Anregung weiterer Versuche dienen.

Literatur

- Barton, L. V., and Fine, J. M.: The effect of gibberellic acid on disease control. *Plant Physiol.* **32**, XXXIII (1957).
- Bradley, M. V., and Crane, J. C.: Gibberellin-stimulated cambial activity in stems of apricot spur shoots. *Science* **126**, 972 (1957).
- Brian, P. W., Elson, G. W., Hemming, H. G., and Radley, M.: The plant-growth-promoting properties of gibberellic acid, a metabolic product of the fungus *Gibberella fujikuroi*. *J. Sci. Food Agr.* **5**, 602 (1954).
- , and Grove, J. F.: Gibberellinsäure. *Endeavour* (deutsche Ausg.) **16**, 161 (1957).
- Bünsow, R., und Bredow, K. v.: Wirkung von Licht und Gibberellin auf die Samenkeimung der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. *Biol. Zbl.* **77**, 132 (1958).
- , Penner, J., und Harder, R.: Blütenbildung bei *Bryophyllum* durch Extrakt aus Bohnensamen. *Naturwiss.* **45**, 46 (1958).
- Bukovac, M. J., and Wittwer, S. H.: Gibberellic acid and higher plants: I. General growth responses. *Michigan Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.* **39**, 307 (1956).
- , —: Gibberellin and higher plants: II. Induction of flowering in biennials. *Desgl.* **49**, 307 (1957).
- , — and Teubner, F. G.: Gibberellin and higher plants: VII. Flower formation in the tomato. *Desgl.* **40**, 207 (1957).
- Chandler, C.: The effect of gibberellic acid on germination and pollen-tube growth. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* **19**, 215 (1957).
- Campbell, G. K. G.: Some responses of sugar beet to gibberellic acid. Referat eines Vortrages auf der 21. Tagung des Institut International de Recherches Betteravières, Februar 1958.
- Chouard, P.: Diversité des mécanismes des dormances, de la vernalisation et du photopériodisme, révélée notamment par l'action de l'acide gibbérellique. *Mém. Soc. Bot. France* 1956/57, p. 51.
- Deutsche Mitsubishi Export-Import GmbH: Gibberellin „Kyowa“.
- Donoho, C. W., and Walker, D. R.: Effect of gibberellic acid on breaking of rest period in Elberta peach. *Science* **126**, 1178 (1957).
- Fischnich, O., Thielebein, M., und Grahl, A.: Brechung der Keimruhe bei Gerste durch Gibberellinsäure und Rindite. *Naturwiss.* **44**, 642 (1957).
- Groote, R. de: L'acide gibbérellique au service de l'horticulture. *Bull. Hort., N.S.* **12**, 195 (1957).
- Harder, R., und Bünsow, R.: Über die Wirkung von Gibberellin auf Entwicklung und Blütenbildung der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. *Planta* **51**, 201 (1958).
- Harrington, J. F., Rappaport, L., and Hood, K. J.: Influence of gibberellins on stem elongation and flowering of endive. *Science* **125**, 601 (1957).
- Kato, Y.: Responses of plant cells to gibberellin. *Bot. Gaz.* **117**, 16 (1955).
- Knapp, R.: Die Gibberelline und ihre Bedeutung für die Pflanzenphysiologie. *Naturwiss.* **45**, 508 (1958).

- Lang, A.: The effect of gibberellin upon flower formation. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **43**, 709 (1957).
- , Sandoval, J. A., and Bedri, A.: Induction of bolting and flowering in *Hyoscyamus* and *Samolus* by a gibberellinlike material from a seed plant. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **43**, 960 (1957).
- Leben, C., and Barton, L. V.: Effects of gibberellic acid on growth of Kentucky bluegrass. *Science* **125**, 494 (1957).
- Lindstrom, R. S., Wittwer, S. H., and Bukovac, M. J.: Gibberellin and higher plants: IV. Flowering responses of some flower crops. *Michigan Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.* **39**, 673 (1957).
- Lippert, L. F., Rappaport, L., and Timm, H.: Systemic induction of sprouting in white potatoes by foliar applications of gibberellin. *Plant Physiol.* **33**, 132 (1958).
- Liverman, J. L., and Johnson, S. P.: Control of arrested fruit growth in tomato by gibberellins. *Science* **125**, 1086 (1957).
- Lockhart, J. A., and Bonner, J.: Effects of gibberellic acid on the photoperiod-controlled growth of woody plants. *Plant Physiol.* **32**, 492 (1957).
- Lona, F.: Recenti esperienze sulle proprietà dell'acido gibberellico. *Rivista Intern. Agric.*, No. 10—11, 1956.
- e Bocchi, A.: Caratteristiche d'accrescimento e sviluppo di alcune razze invernali di cereali trattate con acido gibberellico. *Ibid.*, No. 6, 1956 a.
- , —: La distensione caulinare nella canapa incrementata dall'acido gibberellico. *Ibid.*, No. 7, 1956 b.
- , —: Sviluppo vegetativo e riproduttivo di alcune longidurne in rapporto all'azione dell'acido gibberellico. *N. Giorn. Bot. Ital.* **63**, 469 (1956 c).
- e Borghi, R.: Germogliazione di gemme di *Fagus sylvatica* L. in periodo di quiescenza invernale, a fotoperiodo breve, per azione dell'acido gibberellico. *L'Ateneo Parmense* **28**, 116 (1957).
- MacMillan, J., and Suter, P. J.: The occurrence of gibberellin A₁ in higher plants: isolation from the seed of runner bean (*Phaseolus multiflorus*). *Naturwiss.* **45**, 46 (1958).
- Maramorosch, K.: Reversal of virus-caused stunting in plants by gibberellic acid. *Science* **126**, 651 (1957).
- Marth, P. C., Audia, W. V., and Mitchell, J. W.: Effects of gibberellic acid on growth and development of plants of various genera and species. *Bot. Gaz.* **118**, 106 (1956).
- Merck & Co.: Gibrel. Rahway 1957.
- Morgan, D. G., and Mees, G. C.: Gibberellic acid and the growth of crop plants. *J. Agr. Sci.* **50**, 49 (1958).
- Nelson, P. M., and Rossman, E. C.: Chemical induction of male sterility in inbred maize by use of gibberellins. *Science* **127**, 1500 (1958).
- Peck, H. M., McKinney, S. E., Tytell, A., and Byham, B. B.: Toxicologic evaluation of gibberellic acid. *Science* **127**, 1064 (1957).
- Persson, A., und Rappaport, L.: Gibberellin-induced systemic fruit set in a male-sterile tomato. *Science* **127**, 816 (1958).
- Plant Protection Limited: Gibberellic acid. Fernhurst.

- Rappaport, L.: Effect of gibberellin on growth, flowering and fruiting of the Earlypak tomato, *Lycopersicum esculentum*. *Plant Physiol.* **32**, 440 (1957 a).
- , Gibberellic acid: some effects on plant growth, plant development and dormancy. *Western Grower and Shipper*, November 1957 b.
- , Lippert, F., and Timm, H.: Sprouting, plant growth, and tuber production as affected by chemical treatment of white potato seed peaces. I. Breaking the rest period with gibberellic acid. *Amer. Potato J.* **34**, 254 (1957).
- Schroeder, C.A., and Spector, C.: Effect of gibberellic acid and indoleacetic acid on growth of excised fruit tissue. *Science* **126**, 701 (1957).
- Skinner, C. G., Talbert, F. D., and Shive, W.: Effect of 6-(substituted) purines and gibberellin on the rate of seed germination. *Plant Physiol.* **33**, 190 (1958).
- Stowe, B. B., and Yamaki, T.: The history and physiological action of the gibberellins. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* **8**, 181 (1957).
- Vasil, I.K.: Effect of kinetin and gibberellic acid on excised anthers of *Allium cepa*. *Science* **126**, 1294 (1957).
- Weaver, R.J., and McCune, S.B.: Gibberellin tested on grapes. *California Agr.* **12**, Februar-No., p. 6 (1958).
- Wittwer, S.H., and Bukovac, M.J.: Gibberellin effects on temperature and photoperiodic requirements for flowering of some plants. *Science* **126**, 30 (1957 a).
- , —: Gibberellins — new chemicals for crop production. *Michigan Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.* **39**, 3 (1957 b).
- , —: Gibberellin and higher plants: III. Induction of flowering in long day annuals grown under short days. *Ibid.* **39**, 661 (1957 c).
- , —: Gibberellin and higher plants: V. Promotion of growth in grass at low temperatures. *Ibid.* **39**, 682 (1957 d).
- , —: Gibberellin and higher plants: X. Field observations with certain vegetable crops. *Ibid.* **40**, 352 (1957 e).
- , — and Grigsby, B.H.: Gibberellin and higher plants: VI. Effects on the composition of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) grown under field conditions in early spring. *Ibid.* **40**, 203 (1957).
- , —, Sell, H.M., and Weller, L.E.: Some effects of gibberellin on flowering and fruit setting. *Plant Physiol.* **32**, 39 (1957).
- Yabuta, T., Sumiki, Y., and Takahashi, T.: Biochemical studies on bakanae fungus. XVI. The effects of gibberellin on special components and special tissues of plants. 4. Action of gibberellin on tobacco seedlings, 2. *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **19**, 396 (1943). *Nach Chem. Abstr.* **44**, 10 817.
- , — and Torii, H.: Desgl. XVII. Desgl. 6. Action of gibberellin on tea leaves. *Desgl.* **19**, 396 (1943). *Nach Chem. Abstr.* **44**, 10 817.

Besprechungen aus der Literatur

Danert, S.: Die Verzweigung der Solanaceen im reproduktiven Bereich. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Akademie-Verlag, Berlin 1958. DIN A 4. 183 S. Brosch. 21,— DM.

Nachdem von dem Verf. im Vorjahre im Züchter eine sehr lesenswerte Abhandlung über den Sproßaufbau und die Blattentwicklung bei der Kartoffel erschienen war, legt er jetzt eine großangelegte Untersuchung über die Anordnung der reproduktiven Organe bei den Solanaceen vor, also einer Familie, in der die Mannigfaltigkeit der Gestaltung besonders groß ist. Als seine Hauptaufgabe betrachtet es der Verf., „Probleme der Morphologie auf ontogenetischem Wege einer Klärung zuzuführen“. Daß dabei die Fragen der Systematik ausgiebig behandelt werden, versteht sich von selbst. Da Solanaceen als Kultur- und — nicht zu vergessen — Versuchspflanzen eine bedeutende Rolle spielen, wird die vorliegende schöne und sorgfältige Arbeit auch im Lager der angewandten Botanik willkommen heißen werden. Die Arbeit enthält 112 Seiten Text und einen Anhang von 132 klaren, meist bestens reproduzierten Zeichnungen und Photos. Der Preis ist in Anbetracht der vorbildlichen Ausstattung niedrig zu nennen.

E. Köhler, Braunschweig

Das Getreide und seine Verarbeitung. Hrsg. v. d. Bundesforschungsanst. f. Getreideverarbeitung. Nachtragsband I. Berlin 1958. 31 S. Brosch. 2,50 DM.

Zu obiger Bibliographie ist der erste Nachtragsband erschienen, der Universitätschriften der Jahre 1951—1955 erfaßt. Es sind ferner in diesem Nachtrage die deutschsprachigen Schweizer Universitätschriften ab 1900 sowie die österreichischen ab 1945 verzeichnet.

Handbuch der Pflanzenphysiologie — Encyclopedia of Plant Physiology. Hrsg. v. W. Ruhland. Gr.-8°. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg.

Bd. IV: Die mineralische Ernährung der Pflanze. Redigiert von G. Michael. XX, 1210 S., 217 Abb. 1958. Ganzln. 298,— DM (Subskriptionspr. 238,40 DM).

Bd. VI: Aufbau, Speicherung, Mobilisierung und Umbildung der Kohlenhydrate. Red. v. A. Arnold. XXII, 1444 S., 157 Abb. 1958. Ganzln. 268,— DM (Subskriptionspr. 214,40 DM).

Bd. VIII: Der Stickstoffumsatz. Red. v. K. Mothes. XXI, 1310 S., 50 Abb. 1958. Ganzln. 286,— DM (Subskriptionspr. 228,80 DM).

Bd. IX: Der Stoffwechsel der schwefel- und phosphorhaltigen Verbindungen. Red. v. P. Schwarze. X, 306 S., 30 Abb. 1958. Ganzln. 88,— DM (Subskriptionspr. 70,40 DM).

Die Präzision, mit der die Bände dieses Mammutwerkes erscheinen, nötigt einen zur Bewunderung. Sie ist eine organisatorische Leistung, die ihresgleichen sucht.

Erwartungsgemäß sind die meisten der im letzten halben Jahre herausgegebenen Bände über Teilgebiete des Stoff- und Energiewechsels besonders umfangreich.

Der von G. Michael redigierte Band IV behandelt die Mineralsalzer-nährung der Pflanze. Die Abgrenzung und Gliederung des Stoffes, der ja eine enge Verflechtung mit allen anderen Zweigen des Stoffwechsels aufweist und außerordentlich heterogen ist, wurde in sehr glücklicher Weise nach übergeordneten Gesichtspunkten vorgenommen. Zentral stehen naturgemäß die Kapitel über den Haushalt und die Funktion der Mineralstoffe im physiologischen Geschehen. Darüber hinaus kommen aber auch die „angewandten“ Disziplinen wie Bodenkunde, Ökologie, Agrikulturchemie und Pflanzenbau ausführlich zu Wort. Die Arbeiten über die Mineralsalzer-nährung der Pflanzen haben ja wie kaum ein anderes Teilgebiet der Botanik wechselseitig auf „Theorie“ und „Praxis“ befruchtend gewirkt. Der Stoffwechsel von N, P und S ist in extenso in anderen Bänden behandelt; sie werden in Band IV im wesentlichen nur im Zusammenhang mit dem Pflanzenbau angeführt. Aber hier wie bei allen anderen, in besonderen Bänden dargestellten Gebieten ist naturgemäß eine scharfe Trennung unmöglich. — Nach der Einführung von Michael finden wir folgende Hauptabschnitte: II. Die Aschenstoffe. III. Methoden zur Ermittlung mineralischer Bedürfnisse der Pflanzen. IV. Der Erwerb der Mineralstoffe. V. Der Transport der Mineralstoffe. VI. Der Haushalt der Mineralstoffe. VII. Salt losses and redistribution of salts in higher plants. VIII. Die Bedeutung der Mineralstoffe für die pflanzliche Besiedlung des Bodens. IX. Die mineralischen Nährstoffe im Pflanzenbau. X. Die Bedeutung der Mikroorganismen für den Kreislauf der Mineralstoffe. — Jedes dieser Kapitel ist wieder in zahlreiche Unterabschnitte zerlegt. Der Raum-mangel verbietet es, im einzelnen darauf einzugehen oder auch nur die vielen Mitarbeiter namentlich aufzuführen. Es will dem Referenten scheinen, als ob gerade Band IV dem angewandten Botaniker besonders viel zu bieten hätte.

Der von A. Arnold redigierte Band VI „Aufbau, Speicherung, Mobilisierung und Umbildung der Kohlenhydrate“ führt dagegen den Leser oft genug tief in solche Gebiete der organischen Chemie, die unter den Botanikern nur noch dem Stoffwechselphysiologen vertraut sind. Unter den Mitarbeitern dieses Bandes findet sich demgemäß auch ein hoher Prozentsatz von Chemikern. Die einleitenden Worte Arnolds zeigen, wie sich die Erforschung dieser für das Stoffwechselgeschehen in der gesamten Organismenwelt so überaus wichtigen Stoffklasse im Laufe der letzten Jahrzehnte ausgeweitet hat. Es folgen: II. Die biogenen Kohlenhydrate. III. Die einfachen Abkömmlinge der Zucker. IV. Die wichtigsten zuckerhaltigen Verbindungen. V. Die Speicherung der Kohlenhydrate. VI. Die Mobilisierung der gespeicherten Kohlenhydrate. VII. The excretion of carbohydrates (nectaries). VIII. Die Beziehung der Kohlenhydrate zum übrigen Stoffwechselgeschehen. — Anhang: Nomenklatur der Kohlenhydrate. — Mehrere Abschnitte sind speziell wieder für den angewandten Botaniker von erhöhtem Interesse. Es seien nur wahllos herausgegriffen: Kohlenhydratstoffwechsel massiger Speicherorgane nach Abschluß der Speicherung; Lagerung; Kältekonservierung. Mobilisierung der Kohlenhydrate bei der Keimung. Glykoside der Antibiotica-Gruppe, und andere mehr.

Auch der von K. Mothes redigierte Band VIII über den Stickstoffumsatz fordert naturgemäß für das Verständnis vieler Kapitel spezielle chemische Kenntnisse. Das Stoffgebiet ist nach der von Mothes verfaßten

klaren Einführung und Übersicht aufgeteilt in: II. Erwerb und Assimilation des Stickstoffs. III. Die Eiweiße und Peptide der Pflanzen. IV. Der Eiweißumsatz. V. The degradation of amino-acids. VI. Ammoniakentgiftung und Aminogruppenvorrat. VII. Der Nucleinstoffwechsel. VIII. Synthese und Stoffwechsel weiterer Stickstoffverbindungen. IX. Die Stickstoffentbindung. X. Nitrifikation. XI. Die geochemische Bedeutung des Stickstoffs unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktion und der Dünger. — Nicht nur das letzte Kapitel, sondern viele andere verdienen auch hier wieder die besondere Aufmerksamkeit des angewandten Botanikers. Das gilt insbesondere für das zweite Kapitel mit seinen Unterabschnitten, für die „Serologie der pflanzlichen Eiweißkörper“, „Die ernährungsphysiologische Bedeutung der Eiweißpflanzen und Pflanzeneiweiße“ und so weiter. Aber Referent hat schon einmal betont, daß es mißlich ist, aus der Fülle des in einem solchen Werk zusammengetragenen Wissens besondere Abschnitte herauszustellen.

Die Funktionen der schwefel- und phosphorhaltigen Verbindungen bei den spezifischen Stoffwechselprozessen konnten in den anderen Bänden, die dem Stoff- und Energiwechsel gewidmet sind, jeweils natürlich nicht übergangen werden. In der Regel wurde dort aber auf eine ausführlichere Darstellung verzichtet und diese einem besonderen Bande IX vorbehalten. Nicht behandelt werden in diesem Bande die schwefelhaltigen Aminosäuren und Eiweiße sowie die Nucleinsäuren. Der Band ist redigiert von P. Schwarze, der auch die einleitenden Übersichten zu den beiden Hauptkapiteln gibt.

Lobend hervorgehoben seien wieder einmal die vortrefflichen Indices, die oft so stiefmütterlich abgetan werden, hier in allen Bänden aber restlos erschöpfend sind.

Überblickt man die Reihe der nunmehr schon erschienenen acht Bände, so läßt sich dem Herausgeber bereits jetzt rühmend bescheinigen, daß es ihm und seinen für die Redaktion der einzelnen Bände verantwortlichen Mitarbeitern gelungen ist, den schier unübersehbaren und so vielseitigen Stoff mit seinen unter sich so vielfältig verflochtenen Teilgebieten überzeugend klar aufzugliedern und, was wohl noch schwieriger und wichtiger ist, doch auch wieder zu einem geschlossenen Ganzen zusammenzufügen.

H a s s e b r a u k , Braunschweig

Holz, W. und Lange, B.: Fortschritte in der chemischen Schädlingsbekämpfung. 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Oldenburg (Oldb.), Landwirtschaftsverlag Weser-Ems 1957. 191 S., 15 Abb., 13 Tab. Kart. 3,50 DM.

In dem bereits früher zum Ausdruck gebrachten Bestreben, die Mittel und Verfahren zur chemischen Schädlingsbekämpfung in den verschiedenen Bereichen und mit ihren verschiedenartigen Auswirkungen über die engeren Fachkreise hinaus für Beratung, Unterricht und Anwendung übersichtlich und verständlich darzulegen, haben die Verfasser der vierten Auflage ihres Leitfadens einen größeren Umfang geben müssen als der vorangegangenen, um den derzeitigen Stand der Entwicklung zu erfassen. Neue Wirkstoffe und verbesserte Zubereitungen bekannter Stoffe sowie Fortschritte in den Anwendungsverfahren haben neue Möglichkeiten der chemischen Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen an unseren Kulturpflanzen, der rechtzeitigen Niederhaltung von Unkräutern auch in empfindlichen Pflanzenkulturen und weitgehende Schutzmaßnahmen an Vor-

räten und Materialien erschlossen. Dementsprechend sind Veränderungen oder Ergänzungen in den Darlegungen bei sämtlichen Gruppen der Bekämpfungsmittel vorgenommen worden. Besonders die Abschnitte über die Fungizide, die Insektizide und die Herbizide sind beträchtlich erweitert. Ein ausführlicher Abschnitt über Mittel gegen Nematoden und ein Abschnitt über Mittel zur Schneckenbekämpfung sind neu eingefügt. — Für die verschiedenen Bekämpfungsmittel sind wieder die Verwendungsmöglichkeiten jeweils nach ihren besonderen Eigenschaften für ihren Wirkungsbereich erläutert, wobei vielfache neue Erfahrungen berücksichtigt sind. Toxikologische Angaben im Zusammenhang mit der Darlegung von Wirkungsweise und Wirkungsdauer der Mittel machen die vorgeschriebenen Anwendungsweisen und Anwendungszeiten verständlich und mahnen zu sorgsamer Handhabung der Präparate. Die praktischen zusammenfassenden Tabellen zur raschen Unterrichtung über Fungizide, Insektizide, Akarizide, Herbizide und Rodentizide sind den Neuerungen angeglichen. — Die Neubearbeitung vermittelt damit einen gut gegliederten, das Wesentliche hervorhebenden Überblick über die zur chemischen Schädlingsbekämpfung verfügbaren Präparate und vermag damit als guter Berater auf diesem Gebiete zu dienen.

H. Müller, Berlin-Dahlem

Kotte, W.: Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. 3., völlig Neubearb. u. erweiterte Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1958. 519 S., 233 Abb., 8 Farbtaf. Ganzln. 54,— DM.

Zehn Jahre nach der letzten Auflage ist die so dringend notwendige und allseits erwartete dritte Auflage von Kottes geschätzten „Obstkrankheiten“ erschienen. Der Verf. nennt sie eine „völlig neubearbeitete und erweiterte“ Auflage; nun, es ist nahezu ein ganz neues und — um es gleich vorwegzunehmen — ein über jede Kritik erhabenes, vortreffliches Buch geworden, das sich von dem vorhergehenden erheblich in Inhalt, Umfang und Ausstattung unterscheidet. Der Umfang hat von 329 auf 519 Seiten zugenommen, obwohl die Anweisungen zur Durchführung der Obstbaumspritzung mit den Spritzkalendern (ohne Schaden) fortgefallen sind. Im letzten Jahrzehnt ist aber eine solche Fülle neuer Erkenntnisse auf biologischem, chemischem und technischem Gebiet gewonnen, daß viele Kapitel neu aufgenommen, zahlreiche andere erheblich erweitert werden mußten. Auch begegnen uns manche Krankheiten und Schädlinge neu, die erst in jüngerer Zeit an Bedeutung gewonnen haben oder deren Einschleppung befürchtet werden muß. Die Abschnitte über Virosen, über Ernährungs- und andere nichtinfektiöse Krankheiten, über die Pflanzenschutzmittel, die biologische Schädlingsbekämpfung und viele andere mehr spiegeln in ihrer erstmaligen oder neuen Fassung den außerordentlichen Fortschritt, den die phytopathologische Forschung und der Pflanzenschutz in der Neuzeit gerade im Obstbau aufzuweisen hat. Im speziellen Teil, wo nunmehr die Bestimmungsschlüssel erfreulicherweise den einzelnen Obstarten vorangestellt sind, hat vor allem die Erdbeere gewonnen, deren Erkrankungen und Schädigungen in der neuen Auflage den vierfachen Raum beanspruchen. Neu erscheinen im Text, wenn auch kurz, Edelkastanie und Brombeere. Die neu aufgenommenen Krankheiten und Schädlinge aufzuzählen, überschreitet den Rahmen des Referats. Es wird allseits dankbar festgestellt werden, daß hierunter auch die „vor unserer Tür stehenden“ Schädlinge, wie der Weiße Bärenspinner, die Mittelmeerfruchtfliege und der Pflirsich-

wickler, zu finden sind. Neu ist im Text schließlich ein Verzeichnis der Pflanzenschutzdienststellen und ein rund 1400 Titel umfassendes Literaturverzeichnis. Die Zahl der Abbildungen ist unter Fortfall weniger guter oder überflüssiger auf 233 vermehrt worden. Es ist wohl unnötig, ihre Qualität besonders hervorzuheben, da ja die meisterhaften Aufnahmen des Verfassers in Fachkreisen bestens bekannt sind. Die Farbtafeln sind ganz anders komponiert und von Gerhard Spitzer neu geschaffen. Sie sind hervorragend gemalt und gedruckt, die Auswahl der dargestellten Krankheiten ist lobenswert. Insbesondere werden die Abbildungen nichtinfektöser Erkrankungen, der Fruchtschäden an Äpfeln und einiger Viruskrankheiten begrüßt werden.

Wenn der Verfasser in seinem Vorwort leichten Zweifel hegt, ob er aus der Fülle des in jüngster Zeit neu Hinzugekommenen das Richtige ausgewählt und zutreffend dargestellt habe, so wird ihn das Echo aus der Praxis und Forschung bald belehren, daß ihm eine vollendete Leistung geglückt ist. Referent hat mit Lobesworten nicht gekargt; sie sind bei diesem neuen „Kotte“ gebracht.

Hassebrauk, Braunschweig

Stapp, C.: Pflanzenpathogene Bakterien. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1958. 259 S., 100 Abb. Ganzln. 32,— DM, kart. 29,— DM.

Es war ein außerordentlich begrüßenswerter Entschluß des Verf., diese „Einführung“ in das Gebiet der pflanzenpathogenen Bakterien herauszugeben, da sich das Fehlen eines einschlägigen deutschsprachigen Lehrbuches schon immer als empfindlicher Mangel erwiesen hatte und insbesondere von den Studierenden schmerzlich empfunden wurde. Begrüßenswert ist darüber hinaus, daß der Verf. etwa ein Drittel des Buches der Beschreibung bakteriologischer und serologischer Arbeitsmethoden gewidmet hat. Wenn ein Meister der bakteriologischen Technik wie Stapp eine solche handwerkliche Einführung verfaßt, so darf er es wagen, auf Grund seiner jahrzehntelangen Erfahrungen selbst die „scheinbar“ primitivsten Manipulationen zu schildern. Aus diesem Teile des Buches kann mancher noch die eine oder andere Einzelheit lernen, der wähnte, ausgelernt zu haben. Im speziellen Teil hat Stapp sich aus verständlichen Gründen auf die in Mitteleuropa wichtigsten Bakterienarten beschränkt, die in alphabetischer Reihenfolge gebracht werden. Die Form der Darstellung entspricht derjenigen der „Bakteriellen Krankheiten“ desselben Verf. im „SORAUER“. Es werden also nicht Erkenntnisse anonym aufgezählt, wie es in vielen Lehrbüchern geschieht, sondern unter reichlicher Angabe der Literatur werden die Befunde der einzelnen Autoren verarbeitet. (Es ist wohl überflüssig zu erwähnen, daß die gesamte Weltliteratur paritätisch berücksichtigt ist; dagegen darf hervorgehoben werden, daß sich der Verf. in einer Fußnote auf die bekannte und bedauerliche Tatsache hinzuweisen genötigt sieht, daß diese selbstverständliche Forderung in sehr vielen Veröffentlichungen englischer Sprache neuerdings nicht mehr erfüllt wird.) Die sich so ergebende lebendige Art der Darstellung, die sich mit allen Fragen, nicht zuletzt auch dem unvermeidlichen und so lästigen Nomenklaturproblem, immer wieder kritisch auseinandersetzt, wird von allen Benutzern des Buches, besonders aber von den Fachkollegen begrüßt werden. Sie vermittelt einen klaren Überblick über das, was gesichert, und das, was noch umstritten ist. Sie läßt am besten erkennen, welche Fortschritte in der Erforschung der phytopathogenen Bakterien im Laufe der Jahre er-

zielt sind, und wie vieles und was vordringlich noch weiterer intensiver Bearbeitung harrt.

Es erscheint dem Ref. nicht unwesentlich, daß Verf. sein Vorwort mit dem Wunsche beschließt, daß das Buch recht viele eifrige und verantwortungsbewußte (gesperrt v. Ref.) Benutzer finden möge. Ein Forscher wie Stapp, dessen selbstkritische Einstellung in Fachkreisen rühmlichst bekannt ist, darf dieses in den Wunsch gekleidete mahnende Wort mit Recht den nachrückenden Generationen zurufen, die sich auf diesem schwierigen Gebiete betätigen wollen. — Eine scheinbar nichtige, aber doch so schwer wiegende Äußerlichkeit sei abschließend hervorgehoben: der Preis! Besonders die studierende Jugend, für die viele Lehr- oder gar Handbücher heute unerschwinglich geworden sind, wird dem Verf. und dem Verlage Dank wissen, daß dieses wertvolle, erstklassig ausgestattete Buch nur 32,— DM kostet.

Hassebrauk, Braunschweig

Personalnachrichten

Unser Mitglied Prof. Dr. A. Pirson, Marburg, hat den Ruf auf den Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie der Universität Göttingen angenommen.

Unser Mitglied Präsident Prof. Dr. H. Richter, Berlin-Dahlem, ist in die Arbeitsgruppe 1 (Erzeugung der Nahrung) der Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft gewählt worden.

Unser Mitglied Prof. Dr. W. Schuphan, Geisenheim, wurde ebenfalls in die Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft berufen.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

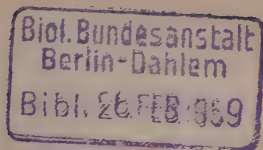
Alleweldt, Dr. G., Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, (22 b) Siebeldingen über Landau (Pfalz).

Bünsow, Dr. Robert, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, (20 b) Göttingen, Untere Karspüle 2.

Anschriftenänderungen

Piekenbrock, Dr. P., Lehranstalt für tropische Landwirtschaft, (16) Witzhausen.

Sebelin, Dr. Christian, (24 a) Reinbek-Wentorf, Reinhardtallee 16.



In memoriam Prof. Dr. Emil Werth

Am 8. Juli 1958 verstarb in Münster (Westf.) unser Ehrenmitglied Prof. Dr. Emil Werth.

In Münster (Westf.) am 11. März 1869 geboren, wählte Werth zunächst den Apothekerberuf und war ab 1896 als Verwalter der deutschen Apotheke in Sansibar tätig. In den folgenden Jahren führte er in Ostafrika biologische, zoologische, kulturgeschichtliche und ethnographische Untersuchungen durch. Von 1901 bis 1903 war er Mitglied der deutschen Südpolar-Expedition und Leiter der Kerguelenstation; daran schlossen sich Reisen und Aufenthalte in Vorderindien. 1908 trat Werth in die damalige Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft ein. Als Leiter des Beobachtungs- und Meldedienstes der Biologischen Reichsanstalt rief er den Phänologischen Reichsdienst ins Leben.

Bei den meisten seiner Arbeiten stand die ökologische Betrachtungsweise im Vordergrund. Erstaunlich war die Vielseitigkeit seines Schaffens: Er ist als Botaniker, Geograph und Paläontologe anerkannt. Seine bis ins hohe Alter reichende Schaffenskraft spiegelt sich in über 500 Veröffentlichungen wieder. Im besonderen legen seine umfassenden Werke „Das Eiszeitalter“, „Der fossile Mensch“, „Die eustatischen Bewegungen des Meeresspiegels während der Eiszeit und die Bildung der Korallenriffe“ sowie „Grabstock, Hacke und Pflug. Versuch einer Entstehungsgeschichte des Landbaues“ beredtes Zeugnis davon ab.

In Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste auf dem Gebiete der Geographie, Kulturgeschichte, Geomorphologie und Eiszeitforschung, der Klimatologie, Paläonthologie, Vorgeschichte und Völkerkunde, die für die Landwirtschaft und damit für die Sicherung der Ernährung des deutschen Volkes von Bedeutung sind, wurde ihm 1954 das Bundesverdienstkreuz verliehen.

Unserer Vereinigung gehörte Werth 3 Jahrzehnte, seit 1951 als Ehrenmitglied an.

Wir werden Emil Werth ein ehrendes Gedenken bewahren.

In memoriam Prof. Dr. Hermann Morstatt

Am 16. Dezember 1958 ist unser Ehrenmitglied Hermann Morstatt in Berlin-Zehlendorf verstorben.

Morstatt wurde am 4. Mai 1877 in Cannstatt geboren. Nach dem Studium der Pharmazie und anderer Naturwissenschaften, im besonderen Botanik und Zoologie, das er mit der Promotion 1902 in Heidelberg abschloß, folgte eine Assistententätigkeit an der Höheren Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim. Ab 1909 leitete Morstatt das Zoologische Laboratorium des Biologisch-Landwirtschaftlichen Instituts in Amani (Deutsch-Ost-Afrika). Aus englischer Gefangenschaft, in der er während des ostafrikanischen Krieges geraten war, 1919 nach Deutschland zurückgekehrt, übernahm er die wissenschaftliche Leitung der Bibliothek sowie die Schriftleitung an der damaligen Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem. Allein durch die Bearbeitung der „Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur“ - ganz abgesehen von der unermüdlichen Arbeit, die er dem Ausbau der Bibliothek widmete - hat sich Morstatt unvergängliche Verdienste um die Entwicklung des deutschen Pflanzenschutzes erworben. Nach 1945, als der größte Teil der Bibliothek durch die Nachkriegseinwirkungen in Verlust geraten war, stand Morstatt vor der schier unüberwindlichen Aufgabe, aus dem Nichts eine leistungsfähige Bibliothek wieder aufzubauen. Trotz seines hohen Alters gelang es ihm, dieses Ziel in wenigen Jahren zu erreichen. Unserer Vereinigung hat Morstatt nahezu 40 Jahre angehört. In Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste, die er sich um die angewandte Botanik, in Sonderheit die Phytopathologie, erworben hat, wurde er 1957 zum Ehrenmitglied ernannt.

Wir werden Hermann Morstatt in Dankbarkeit ein ehrendes Gedenken bewahren.

Die lichtphysiologischen Grundlagen der Pflanzenbeleuchtung*)

Von
U. Ruge, Hannover

Das Gewächshaus ist für den Gärtner ein Arbeitsgerät, mit dem er unabhängig von der Jahreszeit und unabhängig von den groß- und klein-klimatischen Standortfaktoren die Pflanzen an jedem Ort optimal kultivieren will.

Nun ist es heute ohne weiteres möglich, in einem Gewächshause die bodenkundlichen und ernährungsphysiologischen Bedingungen, die relative und absolute Feuchtigkeit des Bodens und der Luft, die Temperatur und die Luftbewegung so zu steuern, daß diese äußeren Wachstumsfaktoren sich im Optimum für die jeweilige Pflanzenkultur befinden. Dies gilt aber in keiner Weise für den Lichtfaktor, obwohl ja gerade dafür das Glashaus entwickelt wurde, denn die Lichtintensität in einem normalen Gewächshause der Praxis ist im Jahresdurchschnitt etwa um 50 bis 60 % geringer als im Freiland (Seemann, 1953).

Diese Zahlen dürften jedoch nicht so entscheidend sein wie folgender Vergleich: Im Freiland erfolgt die Aussaat im April bis Mai bei einer Lichtintensität von 10 000 bis 14 000 cal/cm², im Gewächshaus aber in den Monaten Dezember bis Januar bei einer Lichtintensität von < 1000 cal/cm².

Während also die übrigen äußeren Wachstumsfaktoren im Gewächshaus ohne weiteres im Optimum zu halten sind, wird der Lichtfaktor hier — zumindest zeitweilig — zum Minimumfaktor. Man ist daher seit 1880 mit Siemens bemüht, zusätzliches, d. h. künstliches Licht ins Gewächshaus zu bringen.

Leider ging man bei diesen Bemühungen anfangs von der irrigen Vorstellung aus, daß das für den Menschen hellste Licht auch für die Pflanze am wirksamsten sei, und noch heute werden in der Literatur die Angaben über die der Pflanze gebotene Lichtintensität im allgemeinen in der Einheit Lux ausgedrückt. Diese Maßeinheit müßte aber voraussetzen, daß die photobiologischen Reaktionen der Pflanzen durch ein dem Schpurpur des menschlichen Auges entsprechendes Pigment gesteuert werden.

Für welche photobiologischen Prozesse ist nun das Licht erforderlich, um die höheren Pflanzen zur normalen Entwicklung zu bringen?

1. Für die Photosynthese der Assimilate.
2. Zur Einleitung verschiedener entwicklungsphysiologischer Prozesse.
3. Zur Steuerung von reizphysiologischen Prozessen.

*) Nach einem Vortrag auf der Botanikertagung 1958 in Kiel.

Während die Photosynthese für alle grünen Pflanzen einheitlich durch das Chlorophyll a und b und die reizphysiologischen Prozesse ebenso einheitlich durch das Carotin-Riboflavin-System gesteuert werden, scheinen die Voraussetzungen für die lichtgesteuerten entwicklungsphysiologischen Prozesse zunächst uneinheitlicher zu sein. Ich möchte jedoch annehmen, daß auch diese (ebenso wie die stoffwechsel- und reizphysiologischen) Prozesse durch ein einheitliches Prinzip, nämlich durch das HR DR-System von Hendricks und Borthwick (1954) geleitet werden.

Diese photoreversible Reaktion können wir uns in Anlehnung an Hendricks und Borthwick (1954) folgendermaßen veranschaulichen:

Reaktion	Pigment x W + H	$\xrightleftharpoons[730 \text{ (= DR)}]{660 \text{ (= HR)}}$	Pigment + WH
Absorption	660 nm 480 nm ?		730 nm 450 nm

H dürfte in diesem Schema ein Hemmstoff sein. WH ein Wuchsstoffsystem. Ob es sich dabei mit Liverman und Bonner (1953) um ein Auxin oder mit Miller (1956) um ein Kinetin oder ein Gibberellin handelt, ist heute noch nicht zu entscheiden.

Ebenfalls läßt sich über den Chemismus des Pigmentes noch nichts Endgültiges aussagen. Seine Existenz konnte aber — wenn auch in wesentlich geringerer Konzentration als das Chlorophyll und Carotin — bei allen daraufhin untersuchten höheren Pflanzen bis herunter zu den Algen (Haupt, 1958) physiologisch nachgewiesen werden.

Charakterisiert ist das photoreversible System vor allem durch einen entwicklungsphysiologischen Antagonismus zwischen Hellrot (= HR) und Dunkelrot (= DR), d. h. durch eine Absorption des Pigmentes x W bei 660 nm und eine Absorption des reinen Pigmentes bei 730 nm. Es sprechen aber Versuche von Borthwick, Hendricks, Toole und Toole (1954), Evenari, Neumann und Stein (1957) sowie Wareing und Black (1958) dafür, daß das reine Pigment auch bei 450 nm eine — wenn auch 50 mal schwächere, d. h. weniger effektive — Absorption zeigt, die der Entwicklungsförderung von 660 nm entgegenwirkt. Dagegen soll nach Evenari, Neumann und Stein (1957) der Bereich > 460 nm wieder die Keimung fördern, d. h. das Pigment x W eine Absorption bei ~ 480 nm aufweisen.

Dieses HR DR-System wurde von der Arbeitsgruppe Borthwick, Hendricks und Parker (1948) sowie von Evenari und Neumann (1953) für die Keimung nachgewiesen, in völlig entsprechender Form aber auch für die Einleitung der Blühphase, hier lediglich mit dem Unterschied, daß das Pigmentsystem offenbar nicht mehr völlig reversibel ist (Lang, 1957). Darin möchte ich jedoch keinen wesentlichen

Unterschied sehen und zur Erklärung darauf hinweisen, daß sich das Pigmentsystem zur Einleitung der Keimung in einem stoffwechselphysiologisch praktisch ruhenden System befindet, bei Einleitung der Blühphase jedoch in einem stoffwechselphysiologisch höchst aktiven Gewebe.

Wenn wir das gleiche Pigment sowohl für die Einleitung der Keimung als auch für die Einleitung der reproduktiven Phase verantwortlich machen, dann dürfte es für die dazwischenliegenden Entwicklungsphasen kaum bedeutungslos sein. Tatsächlich können wir heute annehmen, daß es auch das Sproß- (Borthwick, Hendricks und Parker, 1951), Blatt- (Liverman, Johnson und Starr, 1955; Downs, 1955) und Wurzelwachstum (Ruge, 1952), die Anlage von Blatt- (Vince, 1956), Wurzel- (Ruge, 1952) und Blüteninitialen (s. o.), die endonome Rhythmik (Lörcher, 1958), und Ruheperiode (Downs und Borthwick, 1956), die Polarität (Mohr, 1956), die Mitose (Hillman, 1957), sowie die Biosynthese von Auxin (Liverman, Bonner, 1953) und Bioswuchsstoffen (Ruge, 1953) steuert, weiter die Atmung (Leopold und Guernsey, 1954), sowie bestimmte reizphysiologische Prozesse (Haupt, 1958) zumindest beeinflußt.

Aus dieser Übersicht ergibt sich, daß für die normale Gesamtentwicklung der höheren Pflanze wenigstens drei Pigmente — wahrscheinlich aber noch weitere — erforderlich sind:

Pigmentsystem	Hauptabsorption
1. das Chlorophyllsystem	420 nm — 470 nm 660 nm
2. das Parker-HR/DR-System	450 nm 660 nm 730 nm
3. das Carotin	450 nm — 480 nm

Energetisch am günstigsten verlaufen diese photobiologischen Prozesse natürlich dann, wenn sie durch das Blau, sowie durch das IIR und DR angeregt werden.

Die höhere Pflanze besitzt also — im Gegensatz zum menschlichen Auge — eine zumindest 3gipfelige-Empfindlichkeitskurve. Jedoch müssen wir für die Praxis der Pflanzenbeleuchtung den Gipfel bei 730 nm — also den Antagonisten zu dem bei 660 nm — ausschalten. Danach haben wir also vor allem Wert auf ein Blau- und Rotlicht zu legen.

Nach diesen theoretischen Vorbetrachtungen wollen wir uns nun mit den Versuchen zur Anzucht von Pflanzen bei verschiedenfarbigem Licht befassen. Soweit es sich hierbei um Grundlagenversuche für eine Gewächshausbeleuchtung handelt, halte ich es für falsch, die Versuche im Gewächshaus bei einer Zusatzbelichtung mit Kunstlicht zu beginnen. Da die Hauptlichtquelle im Gewächshause — nämlich die Sonneneinstrahlung — von Woche zu Woche und von Tag zu Tag stark schwankt, sind die Versuche praktisch nicht reproduzierbar. Aus diesem Grunde habe ich meine Versuche seit 1951 in einer Klimakammer mit 5 Lichtfeldern und

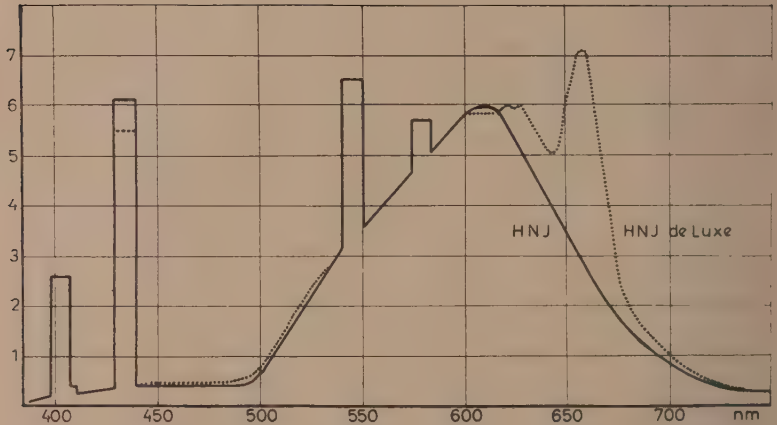


Fig. 1. Spektrale Strahldichteverteilungskurve der Leuchtstofflampen HNI und HNI de Luxe (OSRAM).

jeweils völlig gleicher Luft- und Bodentemperatur, relativer Feuchte, Windgeschwindigkeit und CO_2 -Gehalt laufen lassen (Ruge, 1954).

Als Lichtquelle verwendeten wir Leuchtstofflampen der Type HNI 202 (40 W) der Fa. Osram mit einer mir stets bekannten spektralen Strahldichteverteilungskurve. Einige Lampen wurden in einer von mir geforderten spektralen Zusammensetzung gesondert angefertigt. Die Lichtintensität lag während der 14 Lichtstunden/d im allgemeinen bei $120\,000 \text{ erg/cm}^2/\text{sec.}$, also entsprechend der Fragestellung absichtlich relativ niedrig.

Wesentlich ist, daß die in dieser Klimakammer herangezogenen Pflanzen ausschließlich auf das künstliche Licht angewiesen waren und bis zum Versuchsende kein Tageslicht erhielten.

In früheren Versuchen konnte ich (Ruge, 1954) nachweisen, daß für die normale Entwicklung der Pflanze sowohl rotes als auch blaues Licht erforderlich ist. Es gilt jedoch zu entscheiden: Welches Rot und welches Blau wirkt optimal, und in welchem Verhältnis muß das Rot zum Blau geboten werden?

Es würde zu weit führen, sämtliche in den letzten sechs Jahren erprobten Lampenkombinationen durchzusprechen. Um jedoch eine Vorstellung von der Arbeitsweise und den Ergebnissen zu vermitteln, folgendes:

Stellen wir z. B. die beiden Leuchtstofflampen HNI und HNI de Luxe einander gegenüber, so sind sie in ihrer spektralen Strahldichteverteilung bis 610 nm völlig gleich, unterscheiden sich aber darin, daß das Energie maximum der HNI bei 610 nm liegt, während die HNI de Luxe noch einen beträchtlichen Zusatz bei 660 nm besitzt (Fig. 1).

Ziehen wir nun im energieglichen Licht dieser beiden Lampen z. B. *Coleus*-Stecklinge heran, so ergibt sich, daß die Entwicklung im HNI de

Luxe-Licht eindeutig besser ist als im HNI-Licht (Fig. 2). Bei diesen 5 Monate alten Pflanzen handelt es sich übrigens um Stecklinge, die bereits in der 6. vegetativen Generation lediglich unter künstlichem Licht kultiviert wurden.

Aus diesem Ergebnis, das in völlig entsprechender Weise für alle anderen untersuchten Objekte (Tomate, Salat, Radies, Gurke, Spinat, Saintpaulien, Gloxinien, *Ageratum*, *Arabidopsis* und Tradescantien) gilt, erkennen wir, daß die Gesamtentwicklung der Pflanze während ihrer



Fig. 2. *Coleus* hybr. „Weserland“. Stecklinge der 6. vegetativen Generation im Kunstlicht nach 5½ Monaten im HNI-Lichtfeld (oben) bzw. HNI de Luxe-Lichtfeld (unten).

vegetativen und reproduktiven Phase nach einer Steigerung des Rotlichtanteils bei 660 nm erheblich gefördert wird.

Wird zu dem Licht dieser Leuchtstofflampen, das ja bekanntlich kein IR enthält, Glühlampenlicht hinzugeschaltet, so wird die Entwicklung der Pflanzen trotz erhöhter Lichtenergie allgemein gestört. Die Sprosse strecken sich anomal stark, die Blätter richten sich auf, rollen sich nach unten ein und werden schmal. Etwas anders mögen die Voraussetzungen zur Einleitung der Blühphase und zur Reife der Samen sein (Ulrich, 1952). Sonst aber beruht die in den letzten Jahren häufig propagierte positive Wirkung der Infrarot-Strahler und Siccathermlampen auf die Entwicklung wärmeliebender Pflanzen nicht auf einer photobiologischen Wirkung dieses Spektralbereiches, sondern auf einer Erwärmung des Bodens und der umgebenden Luft, aber auch der Blätter. Es scheint mir jedoch wichtig zu sein, daß die Blatt-Temperatur stets niedriger ist als die der umgebenden Luft. Das läßt sich jedoch nur unter Leuchtstofflampen erreichen.



Fig. 3. Tomate „Haubners Vollendung“ mit und ohne Siccathermlampen (250 W, 75 cm Abstand von den Pflanzen) bei gleicher Boden- und Lufttemperatur im Gewächshause. Aussaat: 8. 3. 1955; Foto: 5. 4. 1955. Zusatzlicht von 7.30 Uhr—17.30 Uhr.

Der Spektralbereich oberhalb 750 nm — also das IR — besitzt demnach sicherlich keine entwicklungsfördernde photobiologische Wirkung, wie u. a. aus folgendem Versuch mit Tomaten, die als wärmebedürftige Pflanzen für derartige Versuche sehr beliebt sind, hervorgeht. Kultivieren wir Tomaten im Gewächshaus einmal nur bei Tageslicht, zum anderen bei Zusatz von IR, sorgen aber dafür, daß in beiden Versuchspartzen ständig (tags und nachts) gleiche Boden- und Lufttemperaturen herrschen, so erkennen wir, daß in allen Entwicklungsstadien von der Keimung ab die mit IR zusätzlich behandelten Pflanzen gegenüber den Kontrollen gehemmt sind (Fig. 3, Tab. 1).

Tabelle 1. Tomate „Haubners Vollendung“. Aussaat: 8. 3. 1955.

Zusatzlicht mit Siccatherm-Hellstrahlern von 7.30—17.30 Uhr bei gleicher Boden- und Lufttemperatur (25 °C—29 °C).

Von 20 Versuchspflanzen je Parzelle:

Datum		Siccatherm	Kontrolle
23. 4.	Pflanzen mit Blütenknospen	1	14
28. 4.	Pflanzen mit Blütenknospen	14	20
30. 4.	Gesamtzahl der Blütenknospen	83	179
7. 5.	Gesamtzahl der Blütenknospen	148	285
12. 5.	Gesamtzahl der Blütenknospen	232	323
7. 5.	geöffnete Blüten	6	45
12. 5.	geöffnete Blüten	23	83

Aus der Gesamtheit der bisherigen Versuche können wir schließen, daß für die Anzucht von Pflanzen bei künstlichem Licht das Rot um 660 nm gegenüber dem um 610 nm optimal ist und daß das IR und DR zumindest nicht erforderlich sind. Das gilt für den Salat, ebenso aber auch für alle anderen Versuchsobjekte (s. Tab. 2).

Nach der Ermittlung des optimalen Rot war nun zu untersuchen, welches Blau und wieviel Blaulicht im Vergleich zum Rotlicht für unsere Pflanzen gefordert werden muß. Ich möchte diese Ableitung anhand einer zusammengefaßten Darstellung geben (Tab. 2).

Hier sind die Wertstufen durch die Trockengewichte der geernteten Pflanzen dargestellt. Allerdings muß ich ausdrücklich darauf hinweisen, daß nicht in jedem Fall ein maximales Trocken- oder Frischgewicht einem optimalen Entwicklungszustand entspricht. In allen meinen Versuchen habe ich mich vor allem nach dem gärtnerischen Wert der Pflanze gerichtet, der sich leider nicht im CGS-System ausdrücken läßt. In dieser Aufstellung entsprechen aber beide Größen einander. Die höchsten Werte sind unterstrichen, die geringsten unterstrichelt.

Die eingetragenen spektralen Strahldichteverteilungskurven sind dadurch vereinfacht, daß wir die Quecksilber-Linien der Leuchtstofflampen, die sonst in Form von Schornsteinen dargestellt werden, energiegleich

Tabelle 2. Erläuterung siehe Text S. 213

Osram 202 (40W)	Spektral-B.	Salat			Spinat		Radies		Arabidops	
		Tg.16	42	84	21	52	18	41	45	70
7 HNJ d.L.	400 500 600 700 	3,8	906	1112	9,3	833	184	188	328	811
7 HNJ		3,5	837	1030	9,0	733	159	127	181	472
6 HNJ d.L. Z.L.		3,5	474	765	7,7	637	169	139	145	511
1 HNP		3,1	652	650	7,2	436	175	117	151	457
5 HNJ d.L. Z.L.		3,2	363	550	7,5	418	175	92	86	469
2 HNP										
6 HNJ d.L. Z.L.										
1 HNMg										

Trockengewicht mg/Pfl.

auf breiterer Basis in die gesamte Energiekurve mit einbezogen haben, um auf diese Weise eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten. — Die Lampen wurden in diesem Versuche so aufgehängt, daß alle Lichtfelder die gleiche Energie > 610 nm erhielten.

Die optimale Entwicklung finden wir wiederum in den HNI de Luxe-Lichtfeldern; an zweiter Stelle stehen die HNI-Pflanzen. Verwenden wir nun weiter Leuchtstofflampen, die den HNI de Luxe-Lampen entsprechen, also mit dem Energiemaximum bei 660 nm, aus denen jedoch das Blaulicht völlig herausgeblendet ist (HNI de Luxe Z 1), so erhalten wir gärtnerisch völlig wertlose, vergeilte Pflanzen, die in diese Tabelle nicht mit einbezogen wurden. Wird zu diesen blaufreien HNI de Luxe Z 1-Lampen nun Blaulicht der Wellenlänge 410 nm (HNP) in steigender Menge hinzugeschaltet, so sinkt der Wert der Pflanzen im Vergleich zu den HNI de Luxe-Pflanzen stufenweise ab. Dies bedeutet, daß eine Steigerung des Blaulichtanteils in den normalen HNI de Luxe-Lampen keinen Vorteil bringen würde.

Verwenden wir als Blaulicht nicht die HNP-Lampe mit Ca-Wolframat, sondern eine Leuchtstofflampe mit Mg-Wolframat als Leuchtstoff (HNMg), so verschiebt sich das Energiemaximum im Blau von 410 nm auf 485 nm. Damit wird die Wirkung dieser Lampenkombination aber soviel geringer, daß die in dieser Lichtparzelle herangewachsenen Pflanzen allgemein die schlechtesten sind.

Diese Versuche sagen also aus, daß für die Entwicklung der Pflanzen das Blau der Wellenlänge 410–430 nm dann optimal ist, wenn es ein

bestimmtes Mengenverhältnis zum Rot der Wellenlänge 660 nm nicht übersteigt. Blaugrün der Wellenlänge 480 nm dagegen wirkt in Übereinstimmung mit W e n t (1957) entwicklungshemmend.

Das Ziel dieser angewandt-physiologischen Untersuchungen ist es klarzustellen, welche spektrale Lichtzusammensetzung für eine Pflanzenkultur gefordert werden muß, um bei möglichst geringem Energieaufwand — und darauf ist vor allem für die gärtnerische Praxis Wert zu legen — optimal entwickelte Pflanzen zu erhalten. Dazu habe ich aus allen mir vorliegenden Versuchen eine Kurve abgeleitet (Fig. 4), die im wesentlichen der Emissionskurve der HNI de Luxe-Leuchtstofflampe entspricht, die jedoch etwas weniger Licht im Blau und Gelb ausstrahlt.

Die Ableitung dieser Kurve stützt sich einerseits auf die von mir und anderen (z. B. D o d i l l e t, 1956) in einer Klimakammer bzw. unter Verwendung von Zusatzlicht im Gewächshaus durchgeführten Versuche mit den oben genannten 11 Objekten aus den für den Gartenbau besonders wichtigen Familien der Cruciferen, Chenopodiaceen, Labiaten, Gesneriaceen, Solanaceen, Compositen und Commelinaceen. Andererseits ergibt sich auch die gleiche Kurve aus anderen Orts durchgeführten Versuchen mit weiteren Pflanzen des Gemüse- und Zierpflanzenbaus, sowie aus Erfahrungen mit Aquarienpflanzen, wie auch mit landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Da sich in allen Fällen die erwünschte Entwicklung am besten unter den HNI de Luxe-Leuchtstofflampen einstellte, glaube ich nach diesen auf relativ breiter Basis angelegten Versuchen, daß die HNI de Luxe-Leuchtstofflampe ein Licht ausstrahlt, das für die gesunde Entwicklung der höheren Pflanze — und nicht nur für eine spezielle Art — als Minimum erforderlich ist.

Um für dieses Licht eine kurze Bezeichnung zu finden, möchte ich es im Anklang an den Ausdruck „Grundnährlösung“ als das für die höhere Pflanze physiologisch zu fordernde „Grundlicht“ bezeichnen. Wie zu der Grundnährlösung für Spezialkulturen besondere Mineralzusätze gegeben werden müssen, so entsprechend auch für die Pflanzenbeleuchtung. Werden z. B. für einen Spezialzweck stark gestreckte oder weiche Pflanzen gewünscht, so verwendet man eine Lampenkombination mit weniger Blaulicht; werden dagegen gestauchte Pflanzen verlangt, eine Kombination mit mehr Blaulicht. Dies wären jedoch Pflanzenformen, die von der Norm abweichen und nicht als Ziel einer Zusatzbeleuchtung im Sinne der gärtnerischen Praxis angesehen werden können. Weiter besteht grundsätzlich durchaus die Möglichkeit, daß bestimmte Arten sich unter vergleichbaren Wachstumsbedingungen (Temperatur, Belichtungsdauer, Lichtintensität) in einem von dem HNI de Luxe abweichenden Licht positiver entwickeln. Aber hier wäre — bevor etwas Grundsätzliches gegen die beschriebene Kurve gesagt werden kann — zu untersuchen, ob nicht andere Faktoren, wie z. B. Tageslichtdauer, Temperaturrehythmik oder Lichtintensität, die eigentlichen Ursachen dieser (dann scheinbaren) lichtphysiologischen Abweichung sind. Verschiedene Tatsachen sprechen bereits jetzt dafür.

Vergleichen wir diese „Grundkurve“ mit den Absorptionskurven für Chlorophyll, Carotin und dem IIR/DR-System (Fig. 4), so ergibt sich praktisch eine völlige Deckung für das Chlorophyll und die CO_2 -Absorption im Hellrot und Dunkelrot. Ebenfalls liegt das Maximum der Chlorophyllabsorption im Blau im Maximum der Blau-Emission. Aber das Emissionsspektrum unserer Grundlicht-Lampe ist keinesfalls einfach identisch mit der Chlorophyllabsorption, denn das Verhältnis von Rot zu Blau ist in beiden Kurven verschieden. — Für das IIR/DR-System

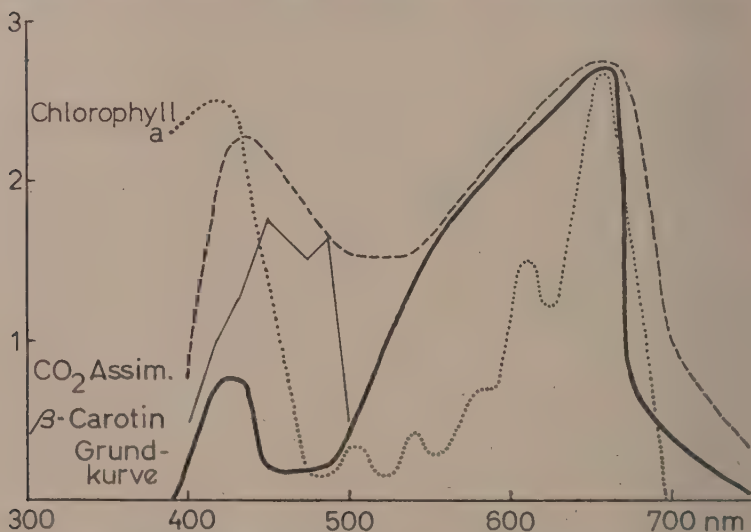


Fig. 4. Grundkurve der Pflanzenbeleuchtung (——), Absorptionskurve für Chlorophyll a (. . .), β -Carotin (——), CO_2 -Assimilation (---).

haben wir ebenfalls eine Deckung von Absorption und Emission bei 660 nm, also im entwicklungsfördernden Bereich. Dagegen fehlt unserem Grundlicht der entwicklungshemmende DR-Bereich um 730 nm völlig. — Die Hauptabsorption von Carotin liegt bei 480 nm. Licht dieser Wellenlänge sollte aber nach den experimentellen Ergebnissen fehlen, da es über das Carotin-Riboflavin-System eine Auxinzerstörung bedingt.

Die Grundkurve entspricht also durchaus der Ableitung aus den theoretischen Vorbetrachtungen: Energetisch voll angesprochen werden das Chlorophyll-System, das IIR DR-System nur im entwicklungsfördernden Bereich um 660 nm, während das Carotin-Riboflavin-System weitgehend physiologisch ausgeschaltet wird. — Weiter fehlt das Grünlicht, ein Spektralbereich, der offenbar allgemein-physiologisch relativ unwirksam ist. Darum sollte das grüne Licht, das dem menschlichen Auge besonders hell erscheint, in der Pflanzenbeleuchtung als unnötiger Ballast fehlen. Aber gerade deshalb wird dieses Grünlicht mit dem Energiemaximum um

525 nm heute allgemein und mit Recht als „safelight“ für entwicklungs- und stoffwechselphysiologische Versuche an Stelle des bisherigen Rotlichtes empfohlen (Withrow und Price, 1957).

Wenn ich von einem „Grundlicht“ für die Pflanzenkultur spreche, so muß ich darauf hinweisen, daß Bouillenne und Fougère (1953) für den gleichen Zweck eine ähnliche Lampe (ACEG LF 40) ableiteten, die etwas mehr Blaulicht der Wellenlänge 400–450 nm ausstrahlt, vor allem aber in erheblicher Menge das mir schädlich erscheinende Licht der Wellenlänge 450–510 nm.

Went (1948, 1957) empfiehlt zu seiner sonst entsprechenden Grundbeleuchtung mit Leuchtstofflampen einen geringen IR-Zusatz, den ich aber zumindest bei unseren deutschen Leuchtstofflampen nicht für erforderlich halte.

Es dürfte nach allem einleuchtend sein, daß wir die der Pflanze gebotene Lichtintensität nicht in der Maßeinheit Lux ausdrücken können, mit der wir vor allem das für das menschliche Auge wirksame, für die Pflanze aber unwirksame Gelb-Grün messen, dagegen das für die Pflanze besonders wichtige Rot und Blau unberücksichtigt lassen müssen.

Für exakte Lichtmessungen auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie bleibt heute leider kein anderer Weg übrig, als zunächst mit einer Thermosäule oder einem anderen Energiemeßgerät die Gesamtheit der von der Lampe ausgestrahlten Energie in der Einheit $\text{erg/cm}^2/\text{sec.}$ oder in milliwatt/m^2 zu bestimmen und dann aus der bekannten spektralen Strahldichteverteilungskurve nach einem Vorschlag des Dutch Committee on Plant Irradiation (1955) den prozentualen Anteil der Spektralbereiche 280–400 nm, 400–510 nm, 510–610 nm, 610–700 nm und 700–1000 nm zu ermitteln (Fig. 5). Dazu habe ich weiter vorgeschlagen, den Bereich 400–450 nm als positiv wirkendes Licht von dem negativ wirkenden Licht 450–510 nm abzuteilen.

Gleichzeitig geben uns diese Zahlen Auskunft über den biologischen Wert einer Lampe bzw. einer Lampenkombination. Um darüber in Annäherung etwas aussagen zu können, gehen wir folgendermaßen vor:

In die spektrale Strahldichteverteilungskurve der betreffenden Lampe zeichnen wir die Kurve unserer Grundlicht-Lampe so ein, daß die gegebene Energie in den oben genannten Spektralbereichen möglichst ausgenutzt wird. Wertbestimmend ist dann stets der Bereich, der sich im Minimum in bezug auf die Grundkurve befindet. Diese Arbeitsweise möchte ich an einem Beispiel klarlegen.

Bei der Leuchtstofflampe HNT (neue Farbbezeichnung: Osram L 15) ist der Blaulichtanteil relativ hoch, dafür fehlt ein entsprechender Rotlichtanteil, so daß der in Fig. 5 waagerecht gestrichelte Teil des Emissionsspektrums physiologisch ungenutzt bleibt. Der Gesamtnutzwert dieser Lampe wäre dann 39 %. Allerdings lassen sich derartige Berechnungen physiologischer Prozesse nicht exakt mathematisch durchführen. Im vorliegenden Falle wurde ein Ausgleich zwischen dem der HNT-Leuchtstofflampe fehlenden Licht zwischen 630 und 675 nm zwar durch

das Licht des angrenzenden Spektralbereiches 610 und 700 nm kompensiert. Inwieweit jedoch ein weiterer 100 %iger Ausgleich durch den Bereich < 610 nm möglich ist und in welchem Maße das im Bereich 450 bis 510 nm überschüssige Licht mit einem negativen Wert zu berücksichtigen ist, läßt sich noch nicht sagen. Immerhin zeigt diese an sehr verschiedenen Lampentypen erprobte Arbeitsweise eine Möglichkeit, zumindest einiges über den biologischen Wert einer Pflanze auszusagen.

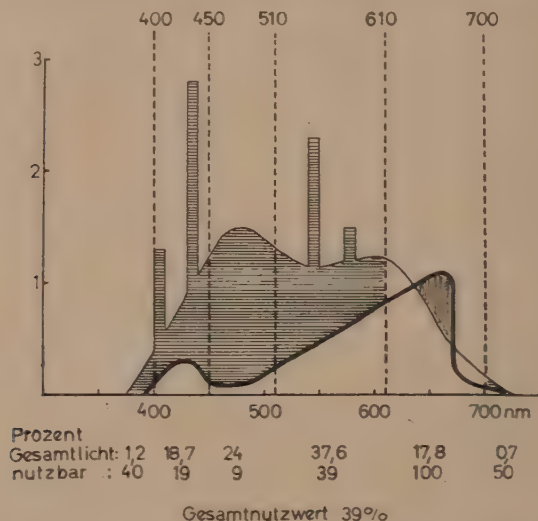


Fig. 5. Biologischer Nutzeffekt der HNT-Leuchtstofflampe (dünn ausgezogene Linie) und Grundkurve der Pflanzenbeleuchtung. Der waagerecht gestrichelte Teil der HNT-Strahldichteverteilungskurve wird biologisch nicht genützt.

Die erste Aufgabe zur Entwicklung einer gärtnerisch wertvollen Pflanzenbeleuchtung sah ich in der Lösung der Frage, welche Spektralbereiche für die normale Entwicklung der Pflanze erforderlich sind. Wir konnten feststellen, daß Licht der Wellenlänge 730 nm und darüber fehlen sollte, zumindest für die vegetative Entwicklung. Um den Blühreiz zu geben, hat sich dagegen zur Tagverlängerung ein schwaches Glühlampenlicht als ausreichend und günstig erwiesen. — Relativ viel Rotlicht der Wellenlänge 660 nm und kürzer ist unbedingt erforderlich sowohl zur Anregung von stoffwechselphysiologischen als auch von entwicklungsphysiologischen Prozessen. Das grüne Licht kann fehlen, da es höchstens eine geringe biologische Wirkung hat. Licht der Wellenlänge 450–510 nm halte ich zumindest in größerer Menge für schädlich. Dagegen muß das Blau 400–450 nm unbedingt gegeben werden und zwar etwa im Verhältnis 1 Teil Blau zu 7 Teilen Rot. Daraus ergibt sich ein Grundspektrum, das

mir verwirklicht zu sein scheint in der Leuchtstofflampe HNI de Luxe bzw. nach ihrer neuen Farbenbezeichnung O s r a m L 31 R.

Diese Lampe mit Reflexschicht (R) liegt heute in Abmessungen 40 W (120 cm) = L 40 W 31 R und 65 W (150 cm) = L 65 W 31 R vor. Die Montage eines lichtmindernden Außenreflektors ist also bei diesen Leuchtstofflampen nicht mehr notwendig. Überhaupt scheint mir die Sorge, die Leuchtstofflampen könnten zuviel Schatten liefern, oft übertrieben dargestellt zu sein. Werden nämlich über einem Beet 150 × 150 cm 8 Leuchtstofflampen montiert oder 3 gleichgroße Zentral Lampen mit den hier aus Gründen der Sicherheit unbedingt erforderlichen Reflektoren, so ist bei diffusem Tageslicht der Lichtverlust unter den Leuchtstofflampen 18 %, bei den Zentrallampen 10 %, bei direktem Sonnenlicht 29 % bzw. 24 %. Gegenüber den Zentrallampen bieten aber die Leuchtstofflampen den wesentlichen Vorteil, das Versuchsfeld viel gleichmäßiger auszuleuchten.

Aber der Name einer Lampe ist hier zunächst völlig gleichgültig, wie auch die Frage, ob überhaupt eine Leuchtstofflampe genommen wird. Das sind Fragen, die nur aus der Lichttechnik heraus zu beantworten sind. Meine Aufgabe sah ich darin, das für die gesunde, normale Entwicklung der Pflanze erforderliche Spektrum biologisch soweit wie zunächst möglich festzulegen.

Literatur

- Borthwick, H. A., S. B. Hendricks and M. W. Parker, Action spectrum for photoperiodic control of floral initiation of a long-day plant, winter barley (*Hordeum vulgare*). Bot. Gaz. **110**, 103—118, 1948.
- Dies., Action spectrum for inhibition of stem growth in darkgrown seedlings of Albino and Nonalbino barley (*Hordeum vulgare*). Ibid. **113**, 95—105, 1951.
- Borthwick, H. A., S. B. Hendricks, E. H. Toole and V. K. Toole, Action of light on lettuce-seed germination. Ibid. **115**, 205—225, 1954.
- Bouillenne, R., et M. Fouarge, Étude d'un nouveau type d'éclairage fluorescent pour la culture en serre. Bull. hort. **8**, 72—80, 1953.
- Dodillet, H. J., Untersuchungen über das gesetzmäßige Verhalten und die Wirtschaftlichkeit einer Anzucht der Treibhausgurke (*Cucumis sativus*) unter künstlichem Licht. Institut für Gemüsebau, Techn. Univers. Berl.-Charlottenburg, 1956.
- Downs, R. J., Photoreversibility of leaf and hypocotyl elongation of dark grown red kidney bean seedlings. Plant Phys. **30**, 468—473, 1955.
- Downs, R. J., and H. A. Borthwick, Effects of photoperiod on growth of trees. Bot. Gaz. **117**, 310—326, 1956.
- Dutch Committee on Plant Irradiation, The determination of the irradiance in various spectral regions for plant irradiation practice. J. hort. Sci. **30**, 201—207, 1955.
- Evenari, M., and G. Neumann, The germination of lettuce seed. III. The effect of light on germination. Bull. Res. Council. Israel Weizman Memorial Issue **III**, 136—145, 1953.

- Evenari, M., G. Neumann and G. Stein, Action of blue light on the germination of seeds. *Nature (Lond.)* **180**, 609—610, 1957.
- Hendricks, S. B., and H. A. Borthwick, Photoperiodism in plants. *Proc. 1st. Int. Photobiol. Congr., Amsterdam 1954*, 23—35.
- Haupt, W., Hellrot-Dunkelrot-Antagonismus bei der Auslösung der Chloroplastenbewegung. *Naturwiss.* **45**, 273—274, 1958.
- Hillman, W. S., Nonphotosynthetic light. Requirement in *Lemna minor* and its partial satisfaction by Kinetin. *Science* **126**, 165, 1957.
- Lang, A., Entwicklungsphysiologie, Fortschritte der Botanik **19**, 356—384, 1957.
- Leopold, A. C., and F. S. Guernsey, Respiratory responses to red and infrared light. *Phys. Plant.* **7**, 30—40, 1954.
- Liverman, J. L., and J. Bonner, The interaction of auxin and light in the growth responses of plants. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.* **39**, 905 bis 916, 1953.
- Liverman, J. L., M. P. Johnson and L. Starr, Reversible photo-reaction controlling expansion of etiolated bean-leaf disks. *Science* **121**, 440, 1955.
- Lörcher, L., Die Wirkung verschiedener Lichtqualitäten auf die endogene Tagesrhythmik von *Phaseolus*. *Z. Bot.* **46**, 209—241, 1958.
- Miller, C. O., Similarity of some kinetin and red light effects. *Plant Phys.* **31**, 318—319, 1956.
- Mohr, H., Die Abhängigkeit des Protonemawachstums und der Protone-mapolarität bei Farnen vom Licht. *Planta* **47**, 127—158, 1956.
- Ruge, U., Über die Bedeutung des Chlorophylls für die Entwicklung der Adventivwurzeln. *Ber. dtsch. bot. Ges.* **65**, 338—340, 1952.
- , Die Synthese der Bioswuchsstoffe in verschiedenen Spektralbereichen. *Naturwiss.* **40**, 225—226, 1953.
- , Eine neue pflanzenphysiologische Klimakammer. *Umschau* **54**, 1954, H. 2.
- , Anzucht von Pflanzen bei ausschließlich künstlicher Beleuchtung. *Z. Bot.* **42**, 31—62, 1954.
- Seemann, J., Strahlungsverhältnisse im Gewächshaus. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B IV*, 193—206, 1953.
- Siemens, C. W., On the influence of electric light upon vegetation and on certain physical principles involved. *Proc. Roy. Soc. London* **30**, 210—219, 1880.
- Ullrich, H., Kunstlicht und Pflanzenkultur, Vortrag Mitgliederversammlung der Vereinigung von Freunden der TH Stuttgart, 1952.
- Vince, D., Studies on the effect of light quality on the growth and development of plants. II. Formative effects in *Lycopersicon esculentum* and *Pisum sativum*. *J. Hort. Sci.* **31**, 16—24, 1956.
- Wareing, P. F., and M. Black, Similar effects of blue and infrared radiation on light-sensitive seeds. *Nature* **181**, 1420—1421, 1958.
- Went, F. W., The Earhart Plant Research Laboratory. *Chronica Bot.* **12**, 3, 93, 1948/49.
- , The experimental control of plant growth. Waltham, Mass., 1957.
- Withrow, R. B., and L. Price, A darkroom safelight for research in plant physiology. *Plant Phys.* **32**, 244—248, 1957.

Aus dem Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz
der Georg-August-Universität Göttingen

Zur Biochemie parasitärer Symbiosen

Von

W. H. Fuchs

Einwirkung von Alkohol (2), Fermentinhibitoren (3) oder vorausgehende Erwärmung auf schwach schädigende Temperaturen (13) bremsen die zu hypersensitiver Abwehr führenden Reaktionen in *Phytophthora*-resistenten Kartoffelknollen ab; die auf solchen Reaktionen beruhende Unverträglichkeit zwischen bestimmten *Phytophthora*-Rassen und Kartoffelgenotypen wird gemildert, sobald einer parasitogenen Intensivierung des Stoffwechsels Grenzen gesetzt werden. Dies weist darauf hin, daß die „resistenz“-bestimmenden Reaktionen dem Wirtsstoffwechsel zugehören. Die Mannigfaltigkeit der „resistenz“-brechenden Eingriffe legt allerdings die Frage nahe, ob es nicht voreilig ist, aus solchen Eingriffen oder aus biochemischen Querschnittsanalysen auf die Bedeutung bestimmter einzelner Stoffwechselvorgänge oder Stoffgruppen für das Zustandekommen hypersensitiver Resistenz zu schließen. Einzelnen Reaktionen oder Stoffen mag eine besondere Rolle beim Zustandekommen des Abwehreffektes zukommen, höchstwahrscheinlich ist jedoch ihr Wirkungsgrad von der jeweiligen Stoffwechsellage, der Dynamik des von Parasiten an mehreren Punkten gleichzeitig gestörten Stoffwechsels mitbestimmt. Die bisher erfaßbaren Unterschiede in der Reaktionsweise und der stofflichen Zusammensetzung verschieden reagierender Sorten-Rassen-Paare liegen, so glauben wir, bereits in einer peripheren Schicht des pathologischen Geschehens. Die eigentliche Entscheidung für unterschiedliche Reaktionsweisen fällt wahrscheinlich beim ersten Kontakt der Dyssymbiose-Partner als eine „Weichenstellung“ in leicht beeinflussbaren, zentralen Reaktionsgleichgewichten; sie bestimmt innerhalb genetisch fixierter Grenzen den Ablauf unterschiedlicher Reaktionsketten, der durch die Einflüsse des Milieus abgewandelt sein kann.

Es will uns scheinen, daß nur in diesem Rahmen das bunte und heute noch unübersichtliche Bild erfaßt werden kann, das die mannigfachen, sich vielfältig überkreuzenden Wechselbeziehungen von Wirt und Parasit unter dem Einfluß wechselnder Umwelt gestalten. Auf die grundsätzlichen Schwierigkeiten, die sich aus dieser Mannigfaltigkeit für eine Analyse des physiologischen Geschehens ergeben, sind wir früher an gleicher Stelle eingegangen (4) und haben die Notwendigkeit dargetan, an einzelnen Modellen auf verschiedenen Wegen die Probleme einzuengen, um sie dann an entscheidender Stelle zu vertiefen. In dem

damals gesteckten Rahmen seien heute einige weitere Versuche über die Beeinflussbarkeit der Sauerstoffaufnahme von *Phytophthora*-infiziertem Kartoffelknollengewebe zusammengefaßt, welche zu gegebener Zeit Herr Menke ausführlicher diskutieren wird.

Daß infektiöse Prozesse ebenso wie andere nicht unmittelbar tödliche Eingriffe in das Zellgeschehen den Grundumsatz und damit unter geeigneten Bedingungen die O_2 -Aufnahme steigern, ist bekannt. Diese versuchten wir in bescheidenem Rahmen durch ausgewählte Fermenthemmstoffe im Gewebe angeschnittener Kartoffelknollen, mit und ohne zusätzliche Infektion durch *Phytophthora infestans*, zu beeinflussen. Allerdings können die hier vorgetragenen Ergebnisse aus vielen hundert Messungen nach der Warburg-Technik nur orientierenden Charakter haben. Zwar sind meist die an einem Tage durchgeführten Untersuchungen infizierten und nichtinfizierten Gewebes jeweils an den Hälften gleicher Knollen durchgeführt und daher in sich vergleichbar. Jedoch unterliegen die in Versuchsreihen zusammengefaßten Ergebnisse verschiedener Tage nach der Infektion wie auch die nacheinander durchgeführten Versuchsreihen der bei der Kartoffel nicht zu unterschätzenden individuellen physiologischen Variabilität, dem Einfluß unterschiedlich langer Kellerlagerung und — trotz aller Vorsicht bei der Pflanzgutbeschaffung — der im letzten Jahr bedrohlichen Gefahr einer Virusverseuchung, die aus technischen Gründen nicht durch Testung der einzelnen Knollen ausgeschaltet werden konnte. Zeitlich weit auseinanderliegende Wiederholungen einzelner Versuchsreihen stimmten aber mit ganz wenigen Ausnahmen gut überein und erweisen die Berechtigung zu einigen vorsichtigen Schlüssen.

In der Abbildung 1 ist in absolutem Maß ($\mu l O_2$ je 100 mg Frischgewicht je 2 Stunden) jeweils die nach Einwirkung des betreffenden Hemmstoffes festgestellte Restatmung oberhalb, die aus der Differenz zu der O_2 -Aufnahme eines hemmstofffreien Ansatzes berechnete Hemmwirkung unterhalb des Nullpunktes abgetragen. Die ausgezogenen Linien verbinden die im täglichen Abstand über 4 bis 5 Tage nach der Beimpfung mit *P. infestans* erhaltenen Werte, die gestrichelten Linien die entsprechenden Werte des nur der „Wundreaktion“ ausgesetzten Gewebes. Alle Werte des ersten Bildes beziehen sich auf eine etwa 0,8 mm starke Gewebeschicht an der Schnittfläche der Kartoffel. Soweit die O_2 -Aufnahme infizierter Kartoffeln die rein traumatogene überstieg, sind die Zwischenflächen schraffiert. Nur auf diese Unterschiede soll im folgenden abgehoben werden.

Die dargestellten Ergebnisse geben vorerst nur sehr allgemeine Hinweise, nicht nur aus den bereits genannten Gründen, sondern auch deshalb, weil die angewandten Hemmstoffe fast ausnahmslos an verschiedenen Stellen des Stoffwechsels eingreifen können und es erst zusätzlicher Fütterungsversuche bedarf, um festzustellen, welche der an isolierten Fermenten festgestellten Möglichkeiten in vivo überwiegt. Diese Ergebnisse liegen noch nicht vor. Rückschlüsse aus dem Verhalten isolierter Fermente erscheinen bedenklich, da sie über den Wirkungsgrad unter den in vivo vorliegenden Substratverhältnissen nur wenig aussagen. Auch konnte in Reihenversuchen nicht berücksichtigt werden, daß unter Umständen die

Hemmbarkeit der Fermentsysteme im Zuge der induzierten Reaktionen sich ändert; vielmehr wurde immer mit standardisierten Bedingungen gearbeitet.

Es bestätigt sich, daß die Steigerung der O_2 -Aufnahme bei Verträglichkeit von Wirt und Parasit (Anfällig) später einsetzt als bei Unverträglichkeit (Resistent), aber im Gegensatz zu dieser nicht nennenswert abklingt (1, 14). Die Erhöhung der O_2 -Aufnahme durch Infektion ist

1. Schicht

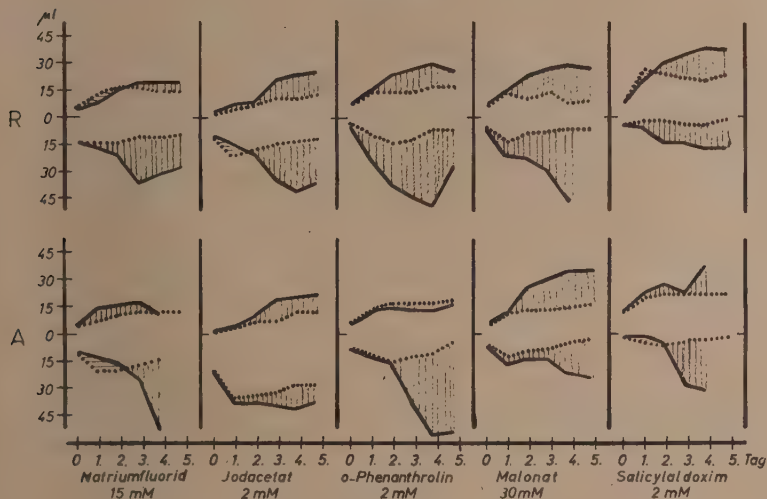


Abb. 1. Erläuterung siehe Text

bei Unverträglichkeit meist in stärkerem Maße an der Restatmung beteiligt als bei Verträglichkeit der Partner. Dies mag in Anbetracht der unterschiedlichen Angriffspunkte der verwendeten Hemmstoffe dahin gedeutet werden, daß bei Unverträglichkeit die raschere und stärkere Anregung des Umsatzes die gleichzeitige Intensivierung verschiedener Stoffwechselwege mit sich bringt, wenn auch andere Deutungen noch nicht ausgeschlossen sind. Der größere Teil der parasitogenen Atmungssteigerung ist unabhängig von der Verträglichkeit durch Fluorid hemmbar. Jodacetat und etwas auch Malonat hemmen diese Zusatzatmung bei Unverträglichkeit deutlicher als in verträglichen Kombinationen.

Besonders augenfällig ist der Unterschied zwischen den beiden Versuchssorten nach Einwirkung von Phenanthrolin und Salicylaldoxim. Es ist noch offen, ob im ersten genannten Fall dies auf eine stärkere Einschaltung eines anderen als des glykolytischen Abbaupunktes bei Unverträglichkeit zurückzuführen ist oder aber auf eine stärkere Beteiligung eisenhaltiger Oxydasen im Falle der Verträglichkeit. Gegen die

zweite Annahme spricht die gleichlaufende Veränderung des Salicylaldoximeinflusses, der auf eine stärkere Beteiligung kupferhaltiger Endoxydasen an der pathologisch gesteigerten O_2 -Aufnahme „anfälliger“ Kombinationen hinweist. Die Bedeutung der letzteren für die Pathogenese wird dadurch unterstrichen, daß ihre an der Hemmwirkung des Salicylaldoxims gemessene Wirkung durch die „Wundreaktion“ bei beiden Sorten überhaupt nicht beeinflußt wird. Bei Unverträglichkeit steigt der durch Salicylaldoxim hemmbare Anteil der O_2 -Aufnahme bereits am zweiten Tage feststellbar an, dies könnte mit der rascheren Verbräunung und der Anhäufung oxydierter Phenolkörper

4. Schicht

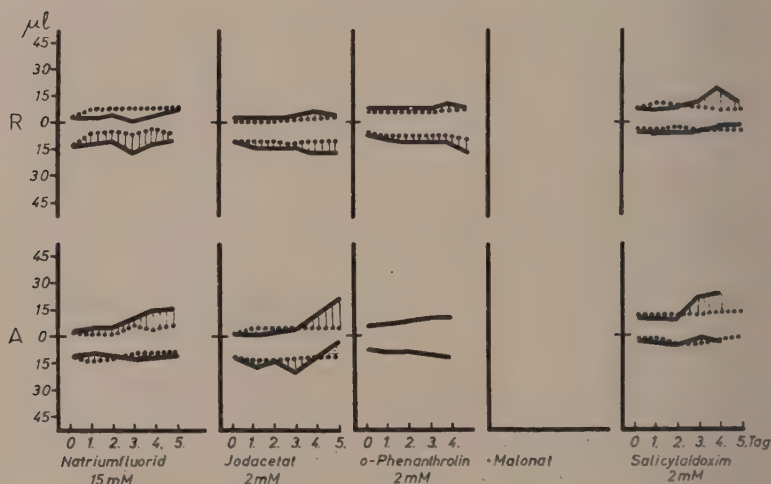


Abb. 2. Erläuterung siehe Text

zusammenhängen, welche als „Ursache der Resistenz“ oft erörtert werden (vgl. 3), während das verspätete Einsetzen solcher Reaktionen in verträglichen Wirten den bereits tiefer eingedrungenen Pilz nicht mehr abbremst. Überraschenderweise ist die auch in etwa 3 mm unter der infizierten Oberfläche deutlich erkennbare parasitogene Steigerung der O_2 -Aufnahme durch Salicylaldoxim auch in der „anfälligen“ Sorte nicht beeinflußbar, wie Abbildung 2 aufweist.

Durch die „Wundreaktion“ ist die O_2 -Aufnahme dieser Gewebe praktisch nicht betroffen, obgleich sich gewisse qualitative Verschiebungen andeuten. Es seien hier nur zwei Züge der infektionsbedingten Veränderungen herausgestellt, welche allerdings noch eingehenden Studiums bedürfen:

Bei annähernd gleicher Gesamtsauerstoffaufnahme deuten sich bereits in den ersten Tagen nach der Infektion qualitative Veränderungen der „Atmung“ an; der Quotient von Restatmung zu dem durch Natriumfluorid hemmbaren Anteil bei den beiden Sorten ist in unterschiedlicher Weise verschoben.

Der in der verträglichen Kombination vom 4. Tage an deutliche Einfluß des tiefer dringenden Pilzmycels wirkt sich in diesen nicht traumatogen beeinflussten Schichten in einer Erhöhung der Restatmung aus, als ob die verwendeten Hemmstoffe auf die parasitogenen Veränderungen weniger wirken könnten. Jedenfalls verspricht ein Vergleich der Reaktionsweise einer verträglichen Pilzwirtkombination unter Ausschaltung der in der Oberflächenschicht wirksamen Wundreaktion noch weitere Einblicke in den Verlauf des Zusammenlebens; sicher hat sich, wie auch K. O. Müller kürzlich ausführte (7), der Parasit in einem verwundeten Gewebe mit einem anderen physiologischen Zustande bzw. physiologischen Ablauf im Wirt auseinanderzusetzen, als in tiefer liegenden Schichten. So tritt z. B. nur im Bereich der Wundreaktion Chlorogensäure auf, während andere traumatogen oder parasitogen angereicherte Zimtsäurederivate auch in den tieferen Schichten gebildet werden (vgl. 6); auf andere Unterschiede (6, 10) sei hier nicht eingegangen.

Alle bisherigen Untersuchungen (6, 10, 14) lassen die Aufstellung eindeutiger Korrelationen zum Resistenzgeschehen nicht zu. Allerdings ziehen wir daraus nicht den Schluß, daß andere Funktionen als die Geschwindigkeit bzw. Intensität biochemisch vitaler Reaktionen zur Deutung des unterschiedlichen Dyssymbioseverlaufes in verschiedenen Wirt-Parasit-Paaren herangezogen werden müssen (15). Die stetige Erweiterung unserer Kenntnisse über potentielle Stoffwechselwege und die Möglichkeiten ihrer wechselseitigen Beeinflussung ergänzt nur sehr langsam unser Bild über die Verwirklichung des Zusammenspiels in dem gestalteten System der Zelle: in diesem können schon geringfügige Gleichgewichtsverschiebungen in einer Reaktion eine Umsteuerung weiterer Reaktionsketten bedingen, gleichgültig, ob der primäre Eingriff die Konzentration der Reaktionspartner am Reaktionsort, die Aktivität von Fermenten oder die Versorgung mit Kofermenten betrifft. Dem Parasiten stehen zahlreiche, nach Art und Ort verschiedene Angriffspunkte offen. Im Gegensatz zu kurzfristig gesetzten, etwa traumatischen Reizen, steht der parasitäre Reiz in steter Wechselwirkung mit den durch ihn selbst ausgelösten Reaktionsketten. Diese Mannigfaltigkeit mag den Schlüssel für den spezifischen Reaktionsverlauf bestimmter Rassen-Sorten-Paare bieten: sie macht aber auch verständlich, daß Ergebnisse, wie wir sie hier erörtert haben, nur über einen Außenbereich der Physiologie der Dyssymbiose ein wenig aussagen können, in welchem dem Wirt geringere Variationsmöglichkeiten zur Verfügung stehen als dem Parasiten primäre Angriffsmöglichkeiten.

Unseres Erachtens zielen alle bisher diskutierten Vorstellungen über die Ursachen reaktiver Resistenz auf diesen äußeren Bereich und haben ephemären Charakter, weil sie nur einen Teil der Möglichkeiten berücksichtigen können. Die heute schon wieder zurücktretende Annahme, daß Entkopplung der oxydativen Phosphorylierung zentrale Bedeutung hat (1), fände in einigen noch nicht ganz abgeklärten Ergebnissen unserer Versuche eine Stütze: denn in den ersten Tagen nach der Infektion wird scheinbar durch normalerweise „entkoppelnde“ DNP-Konzentrationen die Sauerstoffaufnahme in der unverträglichen Kombination stärker gehemmt als in der verträglichen. Jedoch wäre dies Ergebnis nicht leicht mit dem Befunde vereinbar (10), daß gerade in ersterer postinfektionell zuerst Eiweißsynthese eintritt. Die Möglichkeit, die hierfür benötigte Energie anaerob zu gewinnen, wofür die Lage der Respirationsquotienten sprechen könnte, bedarf noch eingehenderer Überprüfung, um die Interferenz mit der „Wundreaktion“ auszuschalten. Neuaufbau von Protein könnte auch qualitative Veränderungen des Fermentapparates begünstigen.

Unabhängig von dieser Möglichkeit weisen unsere Ergebnisse darauf hin, daß auch in mit *Phytophthora* infizierten Kartoffelknollen je nach der Verträglichkeit der Dyssymbiosepartner unterschiedliche Verschiebungen im Aufbauweg der Kohlenhydrate eintreten: welcher Art diese sind, lassen wir noch offen. Jedenfalls kann mit einer solchen Umsteuerung die Anhäufung von Phenolkörpern (vgl. 3.6) in Zusammenhang gebracht werden. Es mag die Frage aufgeworfen werden, inwieweit der erhöhte Phenolspiegel mit der Aktivitätsvermehrung Salicylaldoxim-empfindlicher Fermente zusammenhängt, die – dekompensiert – fungistatische Phenolabkömmlinge bilden sollen. Freilich haben wir heute ernstliche Bedenken, das Auftreten solcher Stoffe als primäre Resistenzursache anzusehen, ohne sie damit aus dem Gedankenkomplex auszuklammern. Vielleicht müssen wir uns überhaupt von der Vorstellung lösen, daß in unverträglichen Kombinationen der Parasit frühzeitig gehemmt wird; es wäre durchaus denkbar, daß gerade anfangs begünstigte Entwicklung einen intensiveren Reiz auf die Wirtsgewebe ausübt und Reaktionswege aufzwingt, die entweder zu hypersensitivem Zusammenbruch oder zur Bildung aktiver Stoffe führen, welche die Parasiten hemmen oder abtöten.

Daß auch in Dyssymbiosen recht verschiedenartige Stoffe angereichert werden können, die im normalen Wirtsstoffwechsel nicht zu finden sind, steht fest (6, 8, 9). In welcher Reaktionskette sie entstehen, wird erst zu klären sein, wenn wenigstens einige der Fragen beantwortet werden können, welche heute durch die Ergebnisse verschiedener Autoren erst klarer gestellt sind. Nur schrittweise werden wir den Grundfragen der primären Steuerung des Zusammenspiels von Wirt und Parasit näher kommen.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir verbindlichst für die Unterstützung unserer Untersuchungen.

Literaturverzeichnis

1. Allen, P. J. Physiological aspects of fungus diseases in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **5**, 225—248, 1954.
2. Behr, L. Über den Einfluß narkotisch wirkender Stoffe auf die Wundperiderme. *Phytopath. Z.* **15**, 407—446, 1949.
3. Christiansen-Kötter, E. Versuche zur stoffwechselphysiologischen Beeinflussung der Reaktion der Kartoffelknolle auf *Phytophthora infestans* de By. *Phytopath. Z.* **25**, 153—166, 1955.
4. Fuchs, W. H. Ein Beitrag zur pathologischen Physiologie. *Angew. Bot.* **30**, 141—146, 1956.
5. Ders. u. v. Rosenstiel, K. Ertragssicherheit. *Hb. Pflanzenzüchtung*, Bd. **1**, 365—437, 1958.
6. Kötter, C. Biochemische Untersuchungen an phytophthorakranken Kartoffelknollen. *Diss. Göttingen*, 1957.
7. Müller, K. O. Wound healing of the potato tuber in relation to infection by *phytophthora infestans*. *Austral. J. biol. Sci.* **10**, 169 bis 196, 1957.
8. Ders., Über den Wirkungsmechanismus der „Abwehrnekrosen“. *Int. Pfl.-Schutz-Kongr. Hamburg*, 1957.
9. Rohringer, R. et al., The effect of *Fusarium oxysporum* lyopersici and its metabolites on the leaf constituents of susceptible and resistant tomatoes. *In Vorbereitung*.
10. Tomiyama, K., Takase, N., Sakai, B. and Takakawa, M. Physiological studies on the defence reaction of potato plant to the infection of *Phytophthora infestans*. I. Changes in the physiology of potato tuber induced by the infection of *P. infestans* and their varietal differences. *Research Bull. 74. Hokkaido National Agr. Exp. Sta.* 1956.
11. Tomiyama, K. Cell-physiological studies on the resistance of potato plants to *Phytophthora infestans*. VI. Effect of 2,4-Dinitrophenol upon the hyper-sensitive reaction of potato plant cells to infection by *P. infestans*. *Annales Phytopath. Soc. Japan* **22**, 2, 1957.
12. Ders., Cell-physiological studies on resistance of potato plants to *Phytophthora infestans*. VII. Growth of intracellular hyphae of *Phytophthora infestans* in the living potato plant cells which are resistant or susceptible to the infection of them. *Hokkaido National Agr. Exp. Sta. Sapporo*, 1957.
13. Ders., The influence of a pre-infectional heat treatment on the resistance of potato plant to *Phytophthora infestans*. (Cell-physiological studies on resistance of potato plants to *Phytophthora infestans*. VIII). *Annales Phytopath. Soc. Japan* **22**, 4, 5, 237—242, 1957.
14. Ders., Takakawa, M. and Takase, N. The metabolic activity in healthy tissue neighbouring the infected cells in relation to resistance to *Phytophthora infestans* (Mont. de Bary) in potatoes. *Phytopath. Z.* **31**, 237—256, 1958.

Besprechungen aus der Literatur

The chemistry and biology of yeasts, herausgegeben von A. H. Cook, Verlag Academic Press Inc., New York 1958. XII, 763 S., geb. \$ 22.—.

A. H. Cook, der Direktor der Brewing Industry Research Foundation in Nutfield, England, hat mit dem vorliegenden ein neuartiges Werk herausgegeben, neuartig insofern, als verschiedene Kapitel wie z. B. die Flockung der Hefen überhaupt noch nicht, oder wie z. B. die für Mensch, Tier und Pflanze pathogenen Hefen wenigstens nicht im allgemeinen biologischen Zusammenhang in einer Art Handbuch behandelt worden sind. In den früheren Lehr- oder Handbüchern standen die Hefen stets in einem engen Zusammenhang entweder mit dem Brauwesen oder der Weinbereitung oder der Milchwirtschaft oder der medizinischen Parasitologie usw. Heute steht über diesen und noch vielen anderen praktischen Zusammenhängen die Gruppe der Hefen als biologische Einheit; davon legt das vorliegende Werk Zeugnis ab. Es wendet sich an einen großen, aber nicht fest umrissenen Leserkreis, an alle, die mit Hefen zu tun haben und denen das eine oder andere Kapitel fremd ist. Jedes Kapitel ist in sich abgeschlossen, es gibt daher einige Überschneidungen, aber sie beeinträchtigen die Geschlossenheit des Ganzen nicht. Das Buch umfaßt 13 Kapitel, die von 16 Fachleuten, zum Teil von internationalem Rang, gut und anregend geschrieben sind. Sie stehen gleichwertig nebeneinander und bilden Teile eines im Ganzen wohl ausgewogenen Bandes, dessen Lektüre allen, die an Hefen arbeiten oder sich für sie interessieren, empfohlen werden kann.

Das 1. Kapitel von J. Lodder, W. Ch. Slooff und N. J. W. Kregervan Rij behandelt die Einteilung der Hefen. Es ist über das Grundsätzliche hinaus ein Fortschrittsbericht (auf der Grundlage des von der ersten und dritten Verfasserin 1952 herausgegebenen Buches "The Yeasts"), dessen Lektüre biologisch interessierten Kennern der Hefen zu empfehlen ist. Im 2. Kapitel berichtet A. Lund über die Ökologie der Hefen, d. h. hier über das Vorkommen in der Natur und in Industrieprodukten, sowie ihre allgemeinen Ansprüche an Temperatur, Licht, Sauerstoff und Feuchtigkeit. O. Winge und C. Roberts beschäftigen sich im 3. Kapitel mit dem Entwicklungsgang und der Cytologie der Hefen und im 4. mit der Hefegenetik, die Winge begründet hat und an deren Entwicklung die Autoren wesentlich beteiligt waren. Die 5 nächsten Kapitel umfassen die Chemie der Hefe und ihren Stoffwechsel und lauten: 5. Kapitel von A. A. Eddy: Chemische Zusammensetzung der Hefe, 6. Kapitel von E. O. Morris: Hefewachstum. Hier werden die Grundlagen des Stoffwechsels behandelt, nämlich die für den Betriebs- und Baustoffwechsel notwendigen Kohlenhydrate, Stickstoffquellen, Wuchs- und Mineralstoffe, die Bedingungen des Wachstums, die Bildung von Askosporen und Pseudomycel und die Hefepreserven. Die Kapitel 7 von F. F. Nord und S. Weiss: Gärung und Atmung, 8 von W. E. Trevelyan: Synthese und Abbau von Zellkohlenhydraten durch Hefen, und 9 von G. Harris: Stickstoff-Stoffwechsel (einschließlich Schwefel-Stoffwechsel), bringen den umfangreichen Stoff in einer auch für den Nichtchemiker verständlichen

Form. Das 10. Kapitel von M. Pyke, die Technologie der Hefen, behandelt die Erzeugung und Kontrolle von Backhefen als Preß- und Trockenhefe, von Nähr- und Futterhefe, streift kurz die Bierhefe und wendet sich dann den aus Hefe gewonnenen Präparaten für medizinische, technische und Nährzwecke zu. Im 11. Kapitel gibt G. C. Ainsworth eine kurze Übersicht über die bei Mensch, Tier und Pflanze gefundenen und als krankheitserregend angesehenen Hefen im weitesten Sinne. Das Kapitel ist indirekt ein Hinweis darauf, wie dringend und zwangsläufig notwendig eine synoptische Bearbeitung der „pathogenen“ Hefen wie der Hefen überhaupt ist. Im 12. Kapitel beschäftigt sich M. Ingram, bekannt durch seine Einführung in die Biologie der Hefen, mit den Hefen, als Lebensmittelverbessern, den allgemeinen Bedingungen für den Befall mit Hefen, mit einigen besonderen Fällen wie Befall von Getreide, frischen und Trockenfrüchten, Säften, Gurken und Sauergermüsen, Fleisch- und Milcherzeugnissen sowie Gefrierkonserven, und dem Nachweis der vorkommenden Hefen. Das 13. Kapitel von H. E. Jansen über die Flockung der Hefen bringt eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Forschungen an den sehr komplizierten Zusammenhängen, die zu „Flockung“ führen, einer Erscheinung, die für die Gärungsgewerbe im allgemeinen wichtig und deren Aufklärung ebenso schwierig wie bedeutsam ist.

In dem vorliegenden Werk ist ein großes Gebiet behandelt worden. Daß man trotzdem hin und wieder etwas vermißt, zeigt nur, wie umfangreich das Gebiet geworden ist, so daß kaum ein einzelner mehr die Hefewissenschaft vollständig beherrscht. Ein umfangreiches Schrifttum ist in dem Buch verarbeitet, freilich hauptsächlich das in englischer Sprache, das in anderen Sprachen (nicht nur das deutsche) ist manchmal etwas zu kurz gekommen. Die jedem Kapitel angehängten Schrifttumsnachweise (zusammen etwa 60 Seiten), ein Namen- und ein Stichwortverzeichnis (von 27 bzw. 69 Seiten) machen das Buch zu einem vorzüglichen Nachschlagewerk. Die Ausstattung des Buches ist durchweg gut; daß es nur sehr wenig Druckfehler enthält, ist besonders hervorzuheben.

S. Windisch-Berlin

Elliott, F. C., Plant Breeding and Cytogenetics. McGraw-Hill, New York, Toronto, London 1958. 395 S. Mit zahlreichen Abb. Gebd. sh. 66/—.

Nach dem Vorwort des Verfassers will das Buch weder ein Handbuch noch ein „Kochbuch“ der Pflanzenzüchtung sein, sondern ein anregendes Lehrbuch für fortgeschrittene Studenten und praktizierende Züchter. Es gibt einen ausgezeichneten Überblick über den Stand der modernen Pflanzenzüchtung vom Blickpunkt eines in den USA lehrenden und forschenden Wissenschaftlers.

Sechs Kapitel sind den genetischen Grundlagen der Pflanzenzüchtung gewidmet: Fortpflanzungsbiologie, Chromosomenmechanismus, Gen-Rekombination, Mutabilität, Polyploidie und Aneuploidie. In diesen Kapiteln, in kurze Abschnitte gegliedert, wird der Leser bis an die neuesten, aktuellen Probleme herangeführt. So sind bei der Fortpflanzungsbiologie neben den seit jeher interessanten Fragen der Selbst- und Kreuzungssterilität auch die Erscheinungen der männlichen Sterilität und die Methoden der Embryonenkultur behandelt. Beim Chromosomenmechanismus stehen nicht die normalen Verhältnisse, sondern die verschiedenen Möglichkeiten der Aberrationen im Vordergrund. Die eigentliche Genetik ist, lediglich auf 10 Sei-

ten, stark in den Hintergrund gerückt. Erörterungen mendelistischer Art fehlen völlig. Die Ausführungen beschränken sich auf die allgemeine Bedeutung von Koppelung, quantitativer Vererbung, Heterozygotie und die Wechselwirkungen zwischen Blühbiologie und Gensystem. Das Kapitel über Mutationen (in Zusammenarbeit mit R. A. Nilan) ist erwartungsgemäß sehr ausführlich. Es schließt mit dem Hinweis, daß die Mutationsauslösung die konventionellen Methoden der Auslese- und Kombinationszüchtung zu ergänzen habe. Ebenso ausführlich sind die Erscheinungen und Möglichkeiten der Polyploidie behandelt, einschl. der Allopolyploidie. Ein besonderes Kapitel geht auf die Chromosomensubstitution (Nullisomen- und Monosomenteknik) ein. Vom Abschnitt über männliche Sterilität abgesehen, fehlt jeder Hinweis auf die plasmatische Vererbung.

Der züchterische Teil wird durch Betrachtungen unter dem Thema "Plant Introduction" eingeleitet. In Deutschland würde man die Überschrift „Gen- und Mannigfaltigkeitszentren“ wählen. In den USA hat aber die Frage der Einführung von Pflanzen bekanntlich so hohe Bedeutung, daß eine besondere Abteilung im Forschungsdienst des Landwirtschaftsministeriums in Beltsville hiermit beauftragt wurde. Zwei ausführliche Kapitel behandeln die eigentlichen Züchtungs- und Auslesemethoden bei Selbst- und Fremdbefruchtern. Als Stichworte seien genannt: Konvergenzkreuzung, Rückkreuzung, Multilinien-Sorten bei Selbstbefruchtern; Gameten Selektion, wiederkehrende Selektion, synthetische Sorten, Polycross-Methode bei Fremdbefruchtern. Die Darstellung über die Probleme der Resistenzzüchtung, die in Amerika bekanntlich besondere, traditionelle Bedeutung hat, ist lesenswert. Knapp und allgemein gehalten ist der Abschnitt über die Prüfung des Züchtererfolges.

Unter dem Titel des Buches unerwartet, aber nicht unpassend, sind die Schlußkapitel über das In-den-Handel-Bringen von Züchtungen und über die Organisationsformen der Pflanzenzüchtung, in denen die Verhältnisse in den USA selbstverständlich — aber keineswegs unkritisch — im Vordergrund stehen. Soweit der Blick „über den Zaun“ geht, beschränkt er sich auf die englisch sprechenden Länder (einschl. Holland und Schweden).

Das Buch enthält eine gute und reichliche Auswahl von Fotos und Zeichnungen. Jedes Kapitel ist durch einen ausführlichen Hinweis auf weitere Literatur (fast ausschl. englischsprachige) ergänzt.

Alfred Lein, Schnega/Hann.

Fink, H., und Hoppenhaus, K. W., Beiträge zur biologischen Eiweißsynthese von höheren und niederen Pilzen und zur alimentären Lebernekrose der Ratte. Köln u. Opladen: Westdeutscher Verlag 1956. 65 S. Gebd. 15,60 DM. (Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen Nr. 389.)

Als „Alimentäre Lebernekrose“ wird seit etwa 20 Jahren ein diätischer Leberschaden bezeichnet, als dessen Ursache bei Ratten zunächst das gleichzeitige Fehlen der schwefelhaltigen Aminosäuren Cystin und Methionin sowie von Tocopherol angesehen wurde. Später zeigte sich, daß wahrscheinlich nicht so sehr das Fehlen oder die einseitige Zufuhr einer dieser Substanzen als vielmehr die Verschiebung der einzelnen Stoffe zueinander eine Rolle spielt. Als experimentelle Voraussetzung für die Prüfung von leberschützenden Agenzien war die Auffindung einer Diät, die bei der Ratte am schnellsten und zuverlässigsten die Krankheit hervorruft, von aller-

größter Bedeutung. In diesem Zusammenhang wurde die interessante Entdeckung gemacht, daß eine Verfütterung von Zuchtchampignons als Proteinträger an Ratten zu einer Lebernekrose führte. Verf. knüpfen im ersten Teil der vorliegenden Arbeit an diese Feststellung an und stellen die Frage, worauf die geringe Qualität des Champignonproteins beruht. Um den Untersuchungen eine breitere Basis zu geben, wurden auch noch Feldchampignon und Steinpilz herangezogen und die verschiedenen Pilzproteine im Fütterungsversuch an jungen Albinoratten miteinander verglichen. Hierbei stellte sich überraschenderweise heraus, daß Steinpilze ganz im Gegensatz zu Zucht- und Feldchampignons eine sehr hohe Eiweißqualität besitzen und zur Erzeugung von „Alimentärer Lebernekrose“ nicht zu verwenden sind. Auf Grund der bisher vorliegenden Ergebnisse kann angenommen werden, daß das Steinpilzprotein genau so hochwertig ist wie die besten tierischen Eiweiße, z. B. Milcheiweiß, das bei den betreffenden Versuchen als Vergleichsdiät diente. Damit muß die bisher vertretene Ansicht, daß pflanzliche Proteine von geringerer Wertigkeit sind als die tierischen, als überholt gelten. Bei der chemischen Analyse der verglichenen Pilzproteine stellte sich heraus, daß sich der Steinpilz durch einen für pflanzliches Eiweiß ungewöhnlich hohen Gehalt an Cystin, einen nicht unerheblichen Rest an nicht proteingebundenem organischen Schwefel, einen hohen Anteil an Mucinen und durch geringen Harnstoffgehalt auszeichnet, während der Champignon wenig Cystin, keine Mucine, aber beträchtliche Harnstoffmengen aufzuweisen hat. Diese Verhältnisse werden für die Unterschiede in der biologischen Eiweißqualität der beiden Pilzarten verantwortlich gemacht.

Als sicherste Quelle zur Erzeugung von „Alimentärer Lebernekrose“ wurde bisher eine Hefediät (*Torula utilis*) angesehen, deren nekrogene Wirkung allerdings durch neuere Beobachtungen — gelegentlich von Fütterungsversuchen mit Waldhof-Trockenhefe — wieder in Frage gestellt wurde. Im Zusammenhang mit bestimmten Fragestellungen ist es von Bedeutung, ob beim Vergleich zweier Hefen im Tierexperiment allein schon ein verschiedener Proteingehalt wertmäßige Unterschiede bedingen könnte. Als experimentellen Beitrag hierzu haben die Verf. Fütterungsversuche mit Torulahefen von unterschiedlichem Proteingehalt, die in synthetischer Nährlösung gezüchtet waren, und mit einem Torula-Trockenhefepräparat der Zellstoff-Fabrik Waldhof, Mannheim, durchgeführt, deren Ergebnisse im II. Teil der Arbeit mitgeteilt werden. Aus einem besonderen Abschnitt über die Bedingungen zur Züchtung von Wuchshefen mit unterschiedlichem Eiweißgehalt ergeben sich über die theoretischen Schlußfolgerungen hinaus verschiedene praktische Hinweise. Die Verf. kommen abschließend zu der Feststellung, daß die Torulahefe, wenn sie in einer alle Nährstoffe ausreichend enthaltenden Diät verfüttert wird, einen geringen Proteinwert im Vergleich zu anderen eiweißreichen Stoffen besitzt und sich für eine nekrogene Diät zur Erzeugung dieses Leberschadens sehr gut eignet.

R. Schneider, Berlin-Dahlem

Handbuch der Pflanzenphysiologie — Encyclopedia of Plant Physiology. Hrsg. v. W. Ruhland. Bd. X: Der Stoffwechsel sekundärer Pflanzenstoffe. Redigiert von P. Schwarze. XV, 834 S., 57 Abb., Gr.-8°. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958. Ganzln. 198,— DM. (Subskriptionspreis 158,40 DM.)

Nach Kostytschew verstehen wir unter sekundären Pflanzenstoffen solche, die sich von den primär gebildeten Kohlenhydraten und Eiweißen ableiten lassen. Bei einer wörtlichen Auslegung dieser Definition ergibt sich eine Diskrepanz zu den tatsächlichen physiologischen Verhältnissen. Der Begriff hat sich aber eingebürgert und ist aus didaktischen Gründen schlecht zu entbehren. Paech hat in seiner 1950 erschienenen „Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe“ diese Stoffgruppe eingeteilt in: Die niederen aliphatischen Säuren, die fetten Öle, die Terpene und ihre Abkömmlinge, die stickstofffreien aromatischen Verbindungen und die stickstoffhaltigen sekundären Pflanzenstoffe, ein auch heute noch befriedigendes System. Im vorliegenden Bande des Handbuches konnte hiervon nur ein Teil behandelt werden, da die Fette und der Fettsäurestoff, die an der Atmung beteiligten aliphatischen Säuren und die stickstoffhaltigen Verbindungen teils geschlossen selbständig dargestellt (Bd. VII), teils im Zusammenhang mit anderen Teilgebieten berücksichtigt wurden (Bd. VII und XII).

Das einleitende Kapitel hat Schwarze geschrieben, nachdem Paech allzufrüh aus der Reihe der Mitarbeiter durch den Tod abberufen wurde. Der Band weist dann folgende Abschnitte auf: Terpenoide; Wachs, Cutin, Kork; Anthocyane, Flavone, Xanthone; Gerbstoffe; Lignin; Hydroaromatische Verbindungen und weitere Benzolderivate; Spezielle Flechtenstoffe. Eine Reihe anerkannter Experten des In- und Auslandes, auf deren Nennung wieder verzichtet werden muß, zeichnet für die einzelnen Abschnitte, die mannigfach aufgliedert sind, verantwortlich.

Viele Teilgebiete der angewandten Botanik werden in diesem Bande berührt. In erster Linie wird der Pharmakognost angesprochen werden, da ja die sekundären Pflanzenstoffe sein ureigenes Forschungsgebiet darstellen. In gleicher Weise berührt dieser Band die Interessen aller Forscher, die sich mit der technischen Nutzung pflanzlicher Rohstoffe befassen. Aber auch der Genetiker, der Mykologe u. a. werden aus vielen Kapiteln Gewinn ziehen können. Mit besonderer Aufmerksamkeit wird der Pathologe viele Abschnitte lesen, die auf infektionsbedingte Stoffwechselreaktionen und Fragen der physiologisch-chemischen Resistenz eingehen, da diese in neuerer Zeit in zunehmendem Maße Gegenstand eingehenderer Untersuchungen werden. So ist z. B. auf die Ausführungen Blanks zu der oft behaupteten verstärkten Anthocyanbildung infolge von Infektionen oder Schädigungen hinzuweisen. Es kann hierbei keineswegs stets als erwiesen gelten, daß es sich um Anthocyane handelt, nachdem verschiedentlich festgestellt worden ist, daß die gebildeten Pigmente mit Anthocyan nicht identisch sind. Oder es ist auf das Kapitel über die hydroaromatischen Verbindungen hinzuweisen, da immer wieder Zusammenhänge zwischen Phenolen und dem Resistenzgeschehen vermutet werden.

Wenn die Flechtenstoffe in einem eigenen Kapitel behandelt werden und somit das sonst gewählte Einteilungsprinzip durchbrochen wird, so ist das mit der Sonderstellung dieser in sich so heterogenen, aber für Flechten charakteristischen Stoffgruppe zu erklären.

Der Band wird wie die vorhergehenden mit Freuden und Dank in den Kreisen der Botaniker jeglicher Fachrichtung begrüßt werden.

Hassebrauk, Braunschweig

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band III/1: Dicotyledones 1. Teil, 2. neubearbeitete Aufl. Hrsg. v. K.-H. Rechinger unter Mitarbeit v. Annelis Schreiber u. a. Carl Hanser-Verlag, München 1958. VIII, 460 S., 18 Taf., 191 Abb., Gr.-4°. Brosch. 92,— DM, Ganzln. 98,— DM.

Mit der 5. und letzten Lieferung liegt nunmehr der Band III/1 des HEGI in neuer Auflage vor. Es wird somit nach nahezu 20jähriger Pause das Beginnen verheißungsvoll fortgesetzt, dieses Standardwerk der mitteleuropäischen Flora nach und nach wieder dem neuesten Stande unseres Wissens anzupassen. Es hieße Eulen nach Athen tragen, wollte man in Fachkreisen über die Bedeutung und den Wert des HEGI ein Wort verlieren. Die Neuauflage des ersten Teiles des 3. Bandes zeigt aber so viele erfreuliche und bemerkenswerte Erweiterungen und Verbesserungen, daß sie hervorgehoben zu werden verdienen. Der Teilband umfaßt die Familien der *Juglandaceae* bis *Polygonaceae*; neu eingefügt sind als Familie die *Cannabaceae*, Eine Umstellung der Familien und Gattungen, wie sie hier und da auf Grund neuerer systematischer Erkenntnisse erwünscht gewesen wäre, ist vermieden worden, um den Aufbau des Gesamtwerkes nicht zu stören. Die Neubearbeitung hat K.-H. Rechinger übernommen; Annelis Schreiber hat die *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Cannabaceae* und *Urticaceae* bearbeitet. Für die Bearbeitung besonderer Abschnitte und Stoffgebiete wurden gewonnen: Inhaltsstoffe, L. Hoerhammer; Volksnamen u. ä., H. Marzell; Verbreitungskarten, H. Meusel; Oekologie und Soziologie, E. Oberdorfer; Literatur und redaktionelle Mitarbeit, A. Patzak; Pathologie, F. Petrak; Pollenkunde, M. v. Rochow. Die Farbtafeln haben G. Dunzinger, R. E. Pfenniger und W. Oppneü geschaffen.

Schon ein Vergleich der Seitenzahlen zeigt, in welchem erstaunlichem Ausmaß die Grenzen erweitert sind. 209 Seiten in der ersten Auflage stehen nunmehr 436 Seiten Text gegenüber, die Indices nicht eingerechnet. Die Zahl der Abbildungen ist von 89 auf 191 vermehrt worden. Diese Erweiterung ist allen Gebieten zugute gekommen. Sie resultiert nicht nur aus einer eingehenderen Darstellung der biologischen, ökologischen, pathologischen u. ä. Fragen, deren Berücksichtigung schon der alte HEGI nicht zuletzt seine Sonderstellung und seine Beliebtheit verdankte, sondern vor allem in einer gründlichen Revision und Vervollständigung des systematischen Teiles. Er ist nahezu völlig erneuert, der Text ist klarer gegliedert, wo erforderlich, ergänzt, die Bestimmungsschlüssel durchweg verändert. Daß die Nomenklatur den internationalen Regeln angepaßt wurde, ist selbstverständlich. Unter den vielen erfreulichen Neuerungen seien die Hinweise auf die wichtigste monographische und andere Spezialliteratur hervorgehoben. Andererseits sind die in der ersten Auflage vielfach zu zahlreich beschriebenen Varietäten und Formen kritisch gesichtet. Der Herausgeber hat es sich zur Aufgabe gemacht, den Nomenklaturwirrwarr zu entflechten und nur Gesichertes und Wesentliches anzuerkennen.

So liegt eine hervorragende Schöpfung vor, die im Aufbau und Aussehen dem alten HEGI gleicht, die aber überall die von Grund auf neue und erweiterte Bearbeitung erkennen läßt, wo man auch aufschlägt. Und wo man auch aufschlägt und zu lesen beginnt, ist man gefesselt.

Rechinger weist in seinem Vorwort darauf hin, daß viele jener botanischen Teildisziplinen, die in der jüngeren Zeit mehr in den Vordergrund des Interesses gerückt sind, ohne Pflege der Systematik nicht aus-

komplex, zögernd und sollte ihm freudig, teils zögernd und widerwillig die grundlegende Stellung der Systematik anerkennen. Nun, für die Disziplinen der angewandten Botanik im weiteren Sinne dürfte die Systematik von jeher eine zentrale Stellung gehabt haben. So wird gerade in diesen Kreisen die Bedeutung dieses Teilsandes, dem die anderen bald folgen werden, Freude und Befriedigung erwecken. Und mancher, der im Kriege mit seinen Büchern aus der Hölle verloren hat und bisher die Neuanstellung scheute, wird zweifellos durch den vorliegenden ausgezeichneten Band ermutigt werden, diesen vielseitigen und unerschöpflichen Reichtum seiner Bibliothek hinzureihen. Der, verglichen mit vielen anderen Naturwissenschaften, überraschend geringe Preis wird diesen Entschluß erleichtern.

Hassebrauk, Braunschweig

Kilfmann, R., Illustriertes Bestimmungsbuch für Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Teil A: Echte Gräser (Gramineae). Als Manuskript gedruckt, zu beziehen durch den Verleger Dipl.-Landw. Rudolf Kilfmann (13b) Freising (Obb., Dr.-v.-Jahrbuch 26. I. 1956, 26 S., 23 Tafeln mit 109 Abb. Broschiert 3,75 DM.

Der am 1. Heftchen erscheinende Teil A dieses illustrierten Bestimmungsbuches für Wiesen- und Weidepflanzen enthält Schlüssel zum Bestimmen der Wiesen- und Weidegräser sowohl im nichtblühenden als auch im blühenden und fruchtenden Zustande. Er berücksichtigt jedoch nur die verbreiteteren Gräserarten. Die selteneren Arten, die auf Wiesen und Weiden auftreten können, wie z. B. *Alopecurus urticulatus* u. a. sind fortgelassen worden. Ebenso fehlen die Gräser der Brandwiesen, z. B. *Poairellia*-Arten, *Monarda*, *Monardella*, sowie *Hieracium odorata* und *Calamagrostis canadensis*, und manche Gräser der Trockengrasengesellschaften wie *Poa bulbosa*, *canadensis*, *Agropyron intermedium*, *Corynephorus canescens* usw. sowie auch die im Viehwiesen und Dammes oft auftretende *Hordeum arvense* und *arvense*. Jedoch die an solchen Standorten vorkommenden *Briza media* und *Briza media* (S. 1) beschränkt sich die Zahl der besprochenen Arten auf 51.

Die meisten Unklarheiten und Ungenauigkeiten, die in dem Büchlein enthalten sind, werden gerade dem pflanzenkundlich nicht vorgeschulten Interessierten beim Gebrauch dieses beim an sich schon schwierigen Bestimmen der Gräser benutzten Schlüsselbuches, das durch die bekannte Veränderlichkeit zumeist sehr leicht noch weiter vergrößert werden kann, daher vorteilhaft gewesen sein, die diagnostischen Angaben durch Erwähnung anderer diagnostischer Merkmale oder bei den einzelnen Arten ergänzt worden wären, um dem Benutzer des Schlüsselbuches eine Kontrolle über die Richtigkeit seines Gebrauchsergebnisses zu ermöglichen.

A. Arnold, Stuttgart

Krumbiegel, L., Gregor Mendel. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart 1957. 144 S., 6 Abb., 8°. Hlw. 10,80 DM.

In der Reihe „Große Naturforscher“ ist nun auch die Biographie Gregor Mendels erschienen. Zur Einführung gibt der Verfasser einen Überblick über die Grundlinien der von Mendel aufgestellten Vererbungsgesetze. Die Bedeutung von Mendels Leistung für die Biologie

wird unterstrichen, indem ein Einblick in die heute bekannten und noch nicht geklärten über die Mendelschen Vererbungsgesetze hinausgehenden Probleme gegeben wird. Eine Reihe von Wissenschaftlern war bereits vor und zu Mendels Zeiten der Lösung dieses Problems nahe, ohne daß ihnen ein Erfolg beschieden war. Möglichkeiten für das Mißlingen dieser Untersuchungen werden vom Verfasser angegeben. Im Fall Kölreuter's (Untersuchungen an Tabak) dürfte allerdings nicht die geringe Zahl von Nachkommen des Versuchsobjektes als einer der Gründe für ein Mißlingen angesehen werden. Die interessante und detaillierte Lebensbeschreibung vermittelt ein lebhaftes Bild des so vielseitig interessierten Abtes. Die zur Charakterisierung der Persönlichkeit Mendels herangezogenen alltäglichen Begebenheiten überzeugen nicht immer.

35 Jahre vergingen, ehe die bereits von Mendel erkannten Gesetzmäßigkeiten wieder entdeckt und ihre Bedeutung für die Biologie erkannt und nutzbar gemacht wurden. Den Umständen, die zu einer so späten Anerkennung der Leistungen Mendels führten, widmet der Autor am Schluß des vorliegenden Buches einen breiten Raum.

K. Wöhrmann, Göttingen

Moderne Methoden der Pflanzenzüchtung. Hrsg. von d. Pflanzenzuchtabt. der DLG, Arbeiten der DLG Band 49. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main 1958. 132 S., 45 Abb. 8,90 DM (für Mitglieder der DLG 6,70 DM).

Der Band enthält 8 Vorträge von Pflanzenzüchertagungen. Rudolf behandelt im 1. Beitrag entwicklungsphysiologische Fragen (15 S.). Keimverzögerung bei Getreide, Kartoffeln und Zwiebeln, die Beeinflussung der Winterruhe bei ein- und zweijährigen Pflanzen und der Entwicklungsverlauf Sommerjährlinge durch Temperatur sowie Wachstum und Entwicklung in Abhängigkeit von der Tageslänge werden besprochen. Auf erblich bedingte Merkmale, die Anhaltspunkte für die Züchtung bieten, wird hingewiesen. Im Rahmen eines Vortrags können nur Ausschnitte vermittelt werden, so daß Verf. auf das Handbuch für Pflanzenzüchtung Bd. I 2. Aufl. verweist.

Lein stellt in seinen Ausführungen zur Qualitätsfrage bei Gerste und Weizen (23 S.) die Zielsetzung und Methodik der Qualitätsbestimmungen in den Vordergrund. Mehrere Gesichtspunkte, die bisher in diesem Zusammenhang unberücksichtigt geblieben waren, werden diskutiert. Um auf die Qualität in der Arbeit der Getreidezüchtung entsprechend achten zu können, ist Voraussetzung, daß die Wünsche vom verarbeitenden Gewerbe so klar wie möglich formuliert werden. Für die Beschaffung einwandfreien Untersuchungsmaterials und für die Auswertung der Ergebnisse bedarf es der Zusammenarbeit beider Partner.

Rudolf geht in einem weiteren Vortrag über „Grundlagen und vereinfachte Methoden der Heterosiszüchtung“ (9 S.) von den bekannten Hypothesen der Heterozygotie und Dominanz aus. An Beispielen auf der Grundlage der Konvergenzüchtung und mit dem Hinweis auf die in den USA bei der Maiszüchtung angewandten Methoden wird erläutert, daß die Heterosis nicht vom Grad der Heterozygotie abhängig sein kann. Eine neue fundierte Theorie kann heute noch nicht aufgestellt werden. — Für die Pflanzenzüchtung bieten synthetische Sorten größere Vorteile bei annähernd gleicher Leistung wie die Doppelhybriden, wenn als Voraussetzung die Prü-

fung der Inzucht zumindest auf allgemeine, besser auf spezielle Kombinationseignung gegeben ist.

Gaul berichtet über den „Stand der Mutationsforschung und ihre Bedeutung für die praktische Pflanzenzüchtung“ (18 S.). In die „stürmische Entwicklung“ der Strahlenbiologie und die Mutationsforschung wird an Hand von Beispielen ein guter Einblick vermittelt. Von Bedeutung ist die Feststellung: Wir müssen uns freimachen von der bisher weit verbreiteten Ansicht, daß induzierte Mutationen nur zufällig und richtungslos auftreten. — Zur Beantwortung der entscheidenden Frage, „ob die Mutationszüchtung heute in großem Rahmen in der praktischen Züchtung bereits durchzuführen sei“, werden die Kulturpflanzen in solche mit intensiver und solche mit extensiver Zuchtbearbeitung eingeteilt. Für letztere wird der Aufwand für die Mutationszüchtung bereits als gerechtfertigt angesehen, wogegen es für die intensiv züchterisch bearbeiteten noch strittig sein mag, ob diese Methode jetzt schon rationell ist.

In einem Vortrag „Zur Methodik des Feldversuchswesens“ (10 S.) stellt Geidel, ausgehend von der Versuchshypothese (Fragestellung) bis zum Ergebnis ein Schema auf und weist nochmals darauf hin, zugleich mit der Planung auch die Auswertung festzulegen. — Als wichtige Probleme des Feldversuchswesens werden die optimale Teilstückgröße und die Zusammenfassung sowie Interpretation der Versuche genannt. Mit der Teilstückgröße hängen Variationsbreite, Genauigkeit der Ergebnisse, die Zahl der Prüfglieder und Bodenunterschiede zusammen. Für die Beurteilung der Versuche sollte mehr als bisher die graphische Darstellung gewählt werden.

Wienhues stellt die Vorteile der „Anlage und Auswertung von Mikropfungen für die praktische Getreidezüchtung“ heraus. — Die Gittermethoden bieten die beste Möglichkeit, viele Versuchsglieder zu prüfen. — Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse sollte durch Parallelversuche unter verschiedenen Bedingungen überprüft werden. — An Hand von 5 Versuchsbeispielen — Selektions- und Vererbungsstudien, Spaltungsvariabilität, Ertragsvariabilität, Heterosis- und Populationsprüfungen — wurden die Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt. Für die Auswertung wird auch in diesem Vortrag die graphische Darstellung als zweckmäßige Ergänzung empfohlen.

Rundfeld berichtet „Über die Vorteile einer erweiterten Auswertung von Feldversuchen“ (22 S.). Es werden „Aussagen besprochen, die ohne Veränderung der Anlage und Ernte zu erzielen sind, also ohne zusätzliche Kosten“. Ein weiterer Grundsatz ist, wie 1956 bereits von Schnell berichtet, daß Einzelversuche nur eine beschränkte Aussagekraft haben. Verfügt man einen mehrjährigen Sommerweizenversuch als Beispiel und zeigt die Auswertung unter Berücksichtigung der zwei- und dreifachen Wechselwirkungen. Die Auswertung über Relativzahlen wird verworfen. — Aus den Beispielen, die nicht verallgemeinert werden können, werden folgende Schlüsse gezogen: Es ist günstiger, an Stelle von 4–6 Wiederholungen Einzelversuche mit 2–3 Wiederholungen anzulegen mit mehr Prüfarten oder Jahren. Die Information steigt mit der Zahl der Wiederholungen im Einzelversuch nur wenig gegenüber der Zunahme von Versuchsorten oder auch Jahren.

Schnell erläutert an Hand von Zahlen-Beispielen aus der Maiszüchtung „Auswertung und Wirksamkeit teilweise balancierter Gitteranlagen“ (14 S.). Durch die Gitteranlagen kann dem Nachteil der in den Blöcken

stark in Erscheinung tretenden Bodenunterschieden der Blockanlagen mit großer Zahl von Versuchsgliedern begegnet werden. — Da für die biologische Berechtigung der Prüfgliedmittel-Korrekturen immer noch Zweifel bestehen und wegen der Rechenarbeit bei der Auswertung, werden die Gitteranlagen in Deutschland zu unrecht wenig angewandt. — Für Zweisatz-Gitter wird eine vereinfachte Auswertung entwickelt; durch den verkürzten Rechengang kann die Arbeitersparnis im allgemeinen mit etwa 50 % veranschlagt werden. Bei Gegenüberstellung der Kosten für eine größere Anzahl von Wiederholungen in den Versuchen machen sich die zusätzlichen Rechenarbeiten der Auswertung von Gitteranlagen bezahlt. —

Ref. hat den Inhalt der einzelnen Vorträge verhältnismäßig ausführlich dargelegt, um die Vielseitigkeit dieser Zusammenstellung zu zeigen. Der DLG, insbesondere der Pflanzenzucht-Abteilung ist für die Herausgabe des Heftes zu danken; es wird sowohl von den Teilnehmern der Tagungen besonders wegen der biometrischen Beiträge zum Nachlesen begrüßt werden, als auch allen, die nicht teilnehmen konnten, wertvolle Hinweise und Anregungen geben.

H. Feltz, Rosenhof

Schmidt, L., Vom Segen der richtigen Düngung. 2. Neubearb. Aufl. DLG Verlags GmbH, Frankfurt/Main 1958, 200 S., kart. 7,80 DM, Halbl. 9,— DM.

Die im Jahr 1954 als Nachfolgerin der ehemals weitverbreiteten Düngereifibel der DLG in neuer Form erschienene Schrift liegt nunmehr — bereits nach 4 Jahren — in einer 2. neubearbeiteten Auflage vor. Sie fand unter dem Titel „Vom Segen der richtigen Düngung“ außerordentlich lebhaften Anklang in der praktischen Landwirtschaft und vermittelte einen umfangreichen Überblick über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse der Nährstoffversorgung der Nutzpflanzen. Infolge der in den letzten Jahren in zunehmendem Maße stattgefundenen Bekanntgabe neuer Forschungsergebnisse ließ sich eine Erweiterung einiger wichtiger Kapitel nicht vermeiden.

In einem allgemeinen Teil wird, nach kurzer Erörterung der Leistung des deutschen Ackerbodens in den vergangenen 100 Jahren, zunächst die Humusdüngung als grundlegende Düngungsmaßnahme eingehend besprochen. Es schließt sich dann ein recht umfangreiches Kapitel über die Rolle der Mineralstoffe in der Ernährung der Pflanze an, wobei neben den Kernnährstoffen Kali, Phosphorsäure, Magnesium und Stickstoff auch die Mehrnährstoffdünger, die Mikronährstoffe und sogar die Steinmehldüngung Erwähnung finden. Der spezielle Teil befaßt sich eingangs mit der Bodenuntersuchung als der entscheidenden Voraussetzung für eine richtige Düngung. Es folgen dann Angaben über die zweckmäßige Nährstoffzufuhr für die einzelnen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Nicht unerwähnt soll auch das umfangreiche Sachverzeichnis bleiben, wodurch dem Ratsuchenden die Benutzung dieses Buches wesentlich erleichtert wird.

Einer neuerlichen Empfehlung bedarf dieses Buch nicht, nachdem es bereits mit seiner 1. Auflage so großen Anklang gefunden hat. Es wird dem praktischen Landwirt jederzeit ein guter Ratgeber sein.

E. Tamm, Berlin

Von **Tschermak-Seysenegg, E.**, Leben und Wirken. Paul Parey, Berlin und Hamburg 1958. 208 Seiten, 30 Abb. auf 15 Tafeln Ganzleinen 19,80 DM.

Im 87. Lebensjahre des Autors erscheint auf Drängen von Freunden und Kollegen seine Autobiographie. Sie gibt einen Einblick in sein bewegtes und arbeitsreiches Leben. In den ersten Kapiteln des Werkes wird der Leser in die Familie Tschermak-Seysenegg eingeführt und erfährt von dem schulischen Werdegang des Verfassers mit all seinen düsteren und heiteren Erinnerungen an das Gymnasium in Kremsmünster. Eine gründliche und umfassende praktische Ausbildung auf verschiedenen landwirtschaftlichen Gütern und in Samenzuchtbetrieben im Verein mit seinen Studien an der Hochschule für Bodenkultur in Wien und der Universität in Halle waren die Grundlagen für das so erfolgreiche Forscherleben.

Seinen wissenschaftlichen Ruf begründete der Autor bekanntlich mit der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze. Während seiner langen wissenschaftlichen Tätigkeit an der Hochschule für Bodenkultur in Wien war er mit Erfolg bemüht, die sich aus den Vererbungsgesetzen für die praktische Pflanzenzüchtung ergebenden Konsequenzen dieser in der damaligen Zeit stark an Bedeutung gewinnenden Disziplin nutzbar zu machen. Die Vielzahl seiner die Pflanzenzüchtung betreffenden Untersuchungen geht aus einer Reihe von Kapiteln hervor, in der der Verfasser von seinen Erfolgen und Mißerfolgen auf den Gebieten der Getreide-, Leguminosen-, Kürbis- und Blumenzüchtung berichtet. Auf Publikationen, die diese Forschungsgebiete betreffen, wird hingewiesen. So liefert das vorliegende Werk, wie sein Untertitel sagt, einen „Beitrag zur Geschichte der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze und deren Anwendung auf die praktische Pflanzenzüchtung“.

Interessant, vor allem für den jüngeren Leser, sind die Charakterbilder, die der Autor von seinen akademischen Lehrern und bekannten Wissenschaftlern seiner Zeit vermittelt. Einigen von ihnen, denen er besonders verbunden war, widmet der Verfasser besondere Kapitel. Berichte über Auslandsreisen nach Amerika, dem Balkan und der Türkei sowie Hinweise auf zahlreiche Ehrungen, die dem verdienten Forscher aus dem In- und Auslande zuteil wurden, runden das Bild über sein Leben und Werk ab.

K. Wöhrmann, Göttingen

Personalnachrichten

Unser Mitglied Prof. Dr. Ernst Brandenburg, Gießen, wurde für das Wintersemester 1958/59 zum Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Gießen gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Horst Drawert, Berlin-Dahlem, wurde für die Amtsperiode 1958/59 zum Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Freien Universität Berlin gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Karl Egle, Hamburg, hat den Ruf auf den Lehrstuhl für Botanik an der Universität Frankfurt (Main) angenommen.

Unser Mitglied Dr. Gerhard Jagnow, bisher Gießen, ist für die Dauer von mindestens 5 Jahren vom Ministry of Agriculture in Khartoum (Sudan) als Research Officer angestellt und wird das Bodenmikrobiologische Laboratorium in Wad Medani an der Gezira Agricultural Research Station übernehmen.

Unser Mitglied Reg.-Rat Dr. Edmund Leib, Bonn, wurde zum Oberregierungsrat ernannt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Werner Lindenbein, Stuttgart-Hohenheim, wurde zum ao. Professor für Samenkunde an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim ernannt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Bernhard Rademacher, Stuttgart-Hohenheim, wurde zum Präsidenten der anlässlich des 10. Internationalen Symposiums über Phytopharmazie und Phytatrie begründeten Internationalen (europäischen) Forschungsgruppe für Unkrautbekämpfung für das Jahr 1958/59 gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Adolf Stählin, Gießen, wurde für das Wintersemester 1958/59 zum Prodekan der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Gießen gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Hans von Witsch, Freising-Weihenstephan, wurde für das akademische Jahr 1958/59 zum Dekan der Fakultät für Landwirtschaft der Technischen Hochschule München zu Weihenstephan gewählt.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

Hopf, Dr. Maria, wissenschaftl. Assistentin am Römisch-Germanischen
Zenträlmuseum, (22 b) Mainz, Ernst-Ludwig-Platz 4.

Reher, Ingrid, Diplom-Biologin, (24 a) Hamburg 13, Hallerstraße 5 d.

Anschriftenänderungen

Jagnow, Dr. Gerhard, Research Officer, Ministry of Agriculture,
Khartoum (Sudan).

Rusch, Dr. Reinhart, (1) Berlin-Frohnau, Hofjägerallee 9.

Vogt, Eugen, Saatzuchtleiter, (20 a) Springe (Deister), Schützenstr. 2.

Zehgruber, Dr. Hanns, Diplomgärtner, (22 b) Mainz, Colmarstr. 10.

Herausgeber: Vereinigung für angewandte Botanik, Berlin-Dahlem.
Verantwortlich für den Inhalt: Oberreg.-Rat Prof. Dr. Hassebrauk,
Braunschweig.

Erscheinungsweise: Jährlich etwa 6 Hefte.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei, Berlin SW 61.

Sachregister

(Hinweise auf Buchbesprechungen sind mit einem * versehen)

- Abwehrreaktionen der Pflanzen** * 159
Achillea millefolium 95, 97, 104
 Ackerhohlzahn, Bekämpfung 77 ff.
 Adventivwurzelbildung 111 ff.
Aegilops triastata 48
 Ährchensitz, Wiesenfuchsschwanz 45 ff.
 APC 28 ff.
 Äthyl-N-phenylcarbamate 28 ff.
Agathus alba 111, 112
Ageratum 211
Agrostis alba 21, 95, 102
Alopecurus pratensis 45 ff.
Alternaria solani 193
Amaranthus retroflexus 103
Anethum 190
Anthriscus silvestris 95, 103
 Apfelschorf 125
Apis mellifica 167 ff.
Arabidopsis 211, 214
Arabis arenosa 95
Arrhenatherum elatius 95, 102
Artemisia vulgaris 94, 95, 97, 104
Ascochyta pinodella 127
Astragalus sp. 97, 103
Atriplex patulum 95, 103
 Auxin 186, 192, 208, 209

Bahnkörper, Unkrautbekämpfung 91 ff.
 Bakanae — Effekt 186, 187
 Bakterien, Pflanzenpathogene * 201
 Beleuchtung 207 ff.
Bellis 190
Beta 190
Betula sp. 95, 102
 Bewegungsphysiologie * 157
 Blühphase, Pigment, 208, 209, 212
 Blütenbildung, Gibberellin 190, 191
 Bodenarten, Unkrautbekämpfung 3 ff.
 Bodenbakterien, Herbizidwirkung 1, 3 ff.
 Boden und Landschaft * 73
Bombus sp. 165 ff.
Brassica 190
Bromus tectorum 95, 102
 2,4-Butylglykol-ester 20

Campanula patula 95, 104
Capsella bursa pastoris 97, 103

Carbanilsäureester 27 ff.
Cardaminopsis arenosa 103
Carex sp. 95, 102
Carotin 208, 209, 216
Centaurea cyanus 104
Cerastium vulgatum 103
Chaenorrhinum majus 97
 Chemische Schädlingsbekämpfung * 199
Chenopodium album 103
 — *bonus henricus* 103 *
 — *polyspermum* 95, 103
 — *strictum* 97
 Clor-IPC 1,2
 Chlorid, Nektarbildung 174, 175
 Chlorophyceen * 159
Chlorophyll 208, 209, 216
 Chromosomenbotanik * 116
 Chromosomenmutation 149
Cichorium 190
 — *intybus* 97, 104
Cirsium arvense 95, 97, 104
Coleus 210, 211
Convolvulus arvensis 95, 97, 104
 Cytogenetik * 229

 2,4-D 4, 5, 20, 24, 79, 86 ff., 98 ff.
 Damar 112
 Dannelselbekämpfung 77 ff.
Daucus carota 95, 103, 190
 Dehydrasen 28, 31, 33 ff.
 2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat 1 ff.
Digitalis 190
Digitaria sanguinalis 96, 97, 102
Diploaxis muralis 97, 103
 DNC-Mittel 77, 90
 Düngung * 237
 —, Nektarbildung 173 ff.
 Dürresistenz, Topinambur 58
 Duftlenkung, Honigbiene 169 ff.
 Durchlichtmikroskopie * 68

Echinochloa crus-galli 96, 102
Echium vulgare 94, 95, 104
 Eiweißsynthese 226
 —, Pilze * 230
 Endostigme *inaequalis* 125
 Entwicklungsphysiologie * 157
 Epidemiologie, Krautfäule 125 ff.
Equisetum arvense 94, 95, 104

- Equisetum palustre 94, 95, 104
 Eragrostis minor 96, 102
 Erbsen, Unkrautbekämpfung 6
 Erdbeeren, Unkrautbekämpfung 1, 2, 6
 Erigeron canadensis 95, 97, 104
 Etiolierung, Topinambur 56, 57

Fermententhemmungshypothese 28, 31 ff.
 Fermenthemstoffe 222 ff.
 Festuca sp. 95, 102
 Flora von Mitteleuropa * 233
 Fluor * 115
 Foeniculum 190
 Fruchtbildung, Gibberellin 191
 Fusarium moniliforme 186

Galeopsis angustifolia 94, 95, 104
 — tetrahit 77 ff.
 Galinsoga parviflora 95, 97, 104
 Galium aparine 94, 95, 104
 — mollugo 95, 104
 Gemüse, Unkrautbekämpfung 1 ff.
 Genmutation 149
 Geranium robertianum 95, 103
 Gerste, Blattverbildungen 15, 16
 —, Entwicklung 9, 11 ff.
 —, Gibberellin 191
 —, Nachschosser 17, 19, 20
 Getreide, Blattverbildungen, 13 ff.
 —, Gibberellin 191
 —, Nachschosser 17, 19, 20
 —, Unkrautbekämpfung 2, 77 ff.
 —, Verzweigungen 20 ff.
 —, Wuchsstoffbehandlung 8 ff.
 —, Zwergwuchs 22 ff.
 Getreideverarbeitung * 197
 Gewächshausbeleuchtung 207 ff.
 Gibberella fujikuroi 186
 Gibberelline 186 ff. 208
 Gibberin 186, 187
 Gleisvegetation 93 ff.
 Gloxinia 211
 Gräser * 234
 Gramineen, Wuchsstoffbehandlung 8 ff.
 Grünalgen * 159
 Grünlandkräuter * 158
 Gurke 211

Hafer, Blattverbildungen 15 ff.
 —, Entwicklung 9 ff.
 —, Nachschosser 17, 19, 20
 —, Unkrautbekämpfung 86 ff., 102

Hafer, Zwergwuchs 22
 Hanf 189
 Hefe, Chemie u. Biologie * 228
 Helianthus andoris 53, 63
 — annuus 53, 62 ff.
 — doricoides 52, 62 ff.
 — macrophyllus 58
 — tuberosus 62, 63
 Hemmstoffe, Fermente 222 ff.
 Heracleum sphondylium 95, 103
 Herbizide 1 ff., 91 ff., 192
 Hieracium cymosum 95, 104
 Holzschädlinge * 70
 Holzschutz * 115
 Honigbiene, Rotkleebefruchtung 167 ff.
 Hordeum murinum 96, 97, 102
 Hummel, Rotkleebefruchtung 165 ff.
 Humusgehalt, Herbizidwirkung 3 ff.
 Hyoscyamus 190
 Hypericum perforatum 95, 103

IPC 28 ff.
 Isopropylphenylurethan 28 ff.

Kältebedürfnis 190
 Kalium, Nektarbildung 173 ff.
 Kalkstickstoff 77
 Kartoffel, Benetzung 125 ff.
 —, Keimhemmung 27 ff.
 —, Phytophthora 125 ff., 221 ff.
 Keimhemmungsmittel 27 ff.
 Keimung, Gibberellin 191, 192
 —, Pigmentsystem 208, 209
 Keimungsphysiologie, Pilzsporen * 162
 Kinetin 208
 Kirsche 113
 Klimakammer 209 ff.
 Knautia arvensis 104
 Knöterichbekämpfung 77 ff.
 Knospenruhe, Gibberellin 191, 192
 Komplexmutanten 147 ff.
 Krankheiten, Kulturpflanzen * 68, 119
 —, Obstbau * 200
 Krautfäule, Kartoffel 125 ff.
 Kreuzungen, Helianthus 53, 62 ff.
 Kulturpflanzen, Entstehung * 71
 —, Krankheiten und Schädlinge * 68, 119
 Kurztagpflanzen 191

Lactuca 190
 — sativa 211, 214
 — serriola 97, 104

- Lamium album* 104
 Langtagpflanzen, Giberellin 190
Lathyrus, tuberosus 95, 103
 Leguminosen, Mutationen 147 ff.
 —, Rostpilze * 118
Leontodon hispidus 95, 104
Lepidium draba 103
 — *virginum* 97
 Licht, Zierpflanzenbau * 160
 Lichtbedürfnis, Gibberellin 191
 Lichtfaktor 207 ff.
Lolium perenne 96, 97, 102
Lotus corniculatus 97, 103
 Luzerne 95, 103, 168
Lythrum salicaria 95, 103

 Magnesium, Nektarbildung 174, 175
 Maiblumen, Unkrautbekämpfung, 2, 6
 Mais, Gibberellin 191
Malva neglecta 97
Matricaria inodora 95, 97, 104
 MCPA 1, 20, 23 ff., 77, 78
Medicago lupulina 94, 95, 97, 103
 — *sativa* 95, 103, 168
Melandrium album 97, 103
Melilotus 177
 — *albus* 95, 103
 α -Menaphthyläther 28, 30, 31
Mentha arvensis 104
 Mikroskopie * 68
 Mitose 209
 Mitosegift 40, 42
 Möhren, Unkrautbekämpfung 2, 3, 6
 Mutanten, Rotklee 177
 —, *Vicia faba* 147 ff.
Myosotis palustris 94, 95, 104

 N-phenyl-carbaminsäure-ester 27 ff.
 Nachschosser, Getreide 17, 19, 20
 Natriumchlorat 91, 99, 100
 Nektar, Rotklee 165 ff.

 Obstbau, Krankheiten u. Schädlinge * 200
Oenothera 190
Ornithopus sativus 105 ff.

 Palaquim-Bäume 111
Panicum capillare 102
Papaver 190
Petroselinum 190
Petunia 190
 Pflanzengeographie * 157
 Pflanzenkrankheiten * 68, 119 122, 200
 Pflanzenpathogene Bakterien * 201
 Pflanzenphysiologie * 197, 231
 Pflanzenwachstum * 115
 — ohne Erde * 161
 Pflanzenzüchtung * 229, 235
Phaseolus angularis 149, 150
 — *multiflorus* 149, 150
 — *vulgaris* 147, 149 ff., 168
 Phenylthioharnstoff 36 ff.
 Phenylurethan 28 ff.
 Phosphor, Nektarbildung 173, 174
 Photosynthese 207 ff.
Phragmites communis 95, 102
Phytophthora infestans 125 ff., 221 ff.
 Pigmente, Lichtabsorption 208 ff.
 Pilze * 119
 —, Eiweißsynthese * 230
 Pilzsporen, Keimung * 162
Pimpinella saxifraga 95, 103
Pisum sativum 6, 147, 149, 150
 Plant Pathology * 122
Plantago lanceolata 95, 97, 104
 — *major* 97, 104
 Pleiotropie 147 ff.
Poa annua 95, 102
Polemonium 190
 Pollenkeimung, Gibberellin 191
Polygonum aviculare 95, 97, 102
 — *convolvulus* 95, 102
 — *lapathifolium* 77 ff., 97, 102
 — *mite* 95, 102
 — *persicaria* 77 ff., 102
 Polyphenoloxydase 28, 31, 36 ff.
 Porree, Unkrautbekämpfung 2
Potentilla reptans 95, 103
Pseudoperonospora cubensis 127

 Radies 211, 214
Raphanus 190, 211, 214
 Regenbenetzung, Kartoffel 125 ff., 134 ff.
 Reis, Bakanaë 186
Reseda lutea 97, 103
 Resistenz, Biochemie 221, 223 ff.
 Rhizopoden * 158
 Röntgenbehandlung, *Alopecurus* 45, 46
 Roggen, Halmverzweigung 20 ff.
 —, Untersaat 110
 —, Zwergwuchs 23, 24
Roripa palustris 95, 103
 — *sylvestris* 103
 Rostpilze, Leguminosen * 118
 Rotklee 165 ff.
Rubus caesius 103

- Rudbeckia 190
 Ruderalpflanzen 93 ff.
 Rumex acetosa 102
 — acetosella 95, 102

 Saatenanerkennung * 119
 Saatkartoffeln 27, 42
 Saintpaulia 211
 Salat 190, 211, 214
 Salix caprea 95, 102
 — fragilis 95, 102
 Samenkeimung, Gibberellin 191
 Saponaria officinalis 103
 Sauerstoffaufnahme, Kartoffel 222
 Schädlinge, Kulturpflanzen * 68, 119
 —, Obstbau * 200
 Schädlingsbekämpfung * 199
 Sclerotinia sclerotiorum 65
 Sedum acre 103
 — spurium 95, 103
 Sekundäre Pflanzenstoffe * 231
 Senecio viscosus 104
 — vulgaris 95, 104
 Serradella, Blütenfarben 105 ff.
 Setaria glauca 96, 102
 — viridis 96, 97, 102
 Silene 190
 — nutans 95, 103
 Solanaceenverzweigung * 197
 Solanum nigrum 104
 Sonchus oleraceus 95, 97, 104
 Spinacia 190, 211
 Spinat 211
 Sporenwachstum, Gibberellin 191
 Stickstoff, Nektarbildung 173, 174
 Stickstoffdüngung, Gibberellin 188, 192
 Symbiosen, Biochemie 221 ff.

 2,4,5-T 23, 24, 77 ff.
 Tabak 189
 Tagesrhythmus 171, 172, 209
 Tagetes, Unkrautbekämpfung 2
 Taraxacum officinale 95, 97, 104
 Taubenetzung, Kartoffel 125 ff.
 TCNB 28, 30, 31
 Temperatur, Zierpflanzenbau * 160
 Thymus serpyllum 95, 104
 Tilletia deformans 23
 TM-Mittel 77 ff.
 TMD-Mittel 86 ff.
 Tomate 191 ff., 211 ff.
 Topinambur 52 ff.
 Tradescantia 211
 Trennungsgewebe, Alopecurus 46 ff.

 Trifolium ambiguum 170
 — incarnatum 103
 — pratense 150, 165 ff.
 — repens 97, 103
 Triphenyltetrazoliumchlorid 31 ff.
 Trockenkonservierung, Topinambur 59, 60
 Tussilago farfara 94, 97, 104

 Unkräuter, Bahnkörper 91 ff.
 Unkrautbekämpfung 1 ff.
 —, Getreide 8, 17, 20 ff. 77 ff.
 —, Gibberellin 192
 —, Herbizide 91 ff.
 Urethane 27 ff.

 Verbascum 190
 Verbinsung, Getreide 15 ff., 80
 Verholzung, Trennungsgewebe 48 ff.
 Vernalisationsbedürfnis 190
 Verzweigung, Getreide 20 ff.
 Vicia angustifolia 94, 95, 103
 — faba 147 ff.
 — sepium 95, 103
 Viola 190
 — arvensis 95, 103

 Waldkrankheiten * 72
 Wechseltierchen * 158
 Weidenpflanzen * 234
 Weichselkirsche 113
 Weizen, Unkrautbekämpfung 102
 Wiesenfuchsschwanz 45 ff.
 Wiesenpflanzen * 234
 Wirt-Parasit-Verhältnis, Biochemie 221 ff.
 Wuchsanomalien, Getreide 8, 13, 15 ff.
 Wuchsstoffe, Getreidebehandlung 8 ff.
 —, Unkrautbekämpfung 1 ff., 77 ff., 91 ff.
 Wuchsstoffsystem, Photosynthese 208
 Wundreaktion, Kartoffel, 222, 224, 225
 Wurzelbildung a. d. Stamm 111 ff.
 Wurzelwachstum 190, 209

 Zellgift, Carbanilsäureester 35, 40 ff.
 Zierpflanzen, Unkrautbekämpfung 1 ff.
 Zierpflanzenbau * 160
 Zink * 115
 Zwergformen 188
 Zwergsteinbrand 23
 Zwergwuchs, Getreide 22 ff.
 Zwiebeln, Unkrautbekämpfung 2
 Zwiewuchs, Hafer 11, 19